

PRINCIPIOS

DE

FILOSOFÍA POSITIVA

LECCIONES ARREGLADAS PARA LOS ALUMNOS DEL
INSTITUTO NACIONAL CENTRAL
DE GUATEMALA

POR EL

DR. DARÍO GONZÁLEZ



TIPOGRAFIA NACIONAL.—GUATEMALA.
1895

El Doctor don Santos Toruño me ha animado á redactar las presentes lecciones para la enseñanza de la materia en el Instituto que está bajo su atinada dirección.

A él, pues, dedico este trabajo, por imperfecto que sea, esperando, por otra parte, se sirva aceptarlo en testimonio de antigua y bien probada amistad.

D. González.

ADVERTENCIA.

Encargado de la asignatura de Filosofía Positiva del Instituto Nacional Central, y faltando un texto apropiado para la enseñanza de la materia, me impuse el trabajo, quizá superior á mis fuerzas, de redactar las presentes lecciones, siquiera para llenar temporalmente aquel vacío. Ellas contienen los principios generales de la ciencia, expuestos, en cuanto me ha sido posible, con orden y claridad.

He procurado dar una idea de lo que debe entenderse por Filosofía Positiva. Tal vez la lectura de este libro llegue á desimpresionar entre nosotros á algunas personas que, poco reflexivas, condenan como por una especie de moda una de las más bellas conquistas del espíritu humano. Nada tengo que decir de aquellos que por convicción ó por conveniencia profesan otros principios.

El Positivismo es un sistema filosófico que circunscrito á cierta esfera, tiene por objeto el progreso científico en cuanto depende de los medios de investigación de que puede dis-

poner la humana inteligencia para encontrar la verdad. Se aparta de toda especulación estéril, y su campo de acción es la naturaleza, cuyos secretos trata de conocer por medio de la razón auxiliada de la observación y la experiencia.

Así, el Positivismo nada tiene que ver con lo absoluto ni con las creencias religiosas de los hombres, y deja á cada uno en libertad de pensar y creer como mejor le acomode. La Filosofía Positiva es tolerante y lo primero que reconoce y respeta es la libertad del pensamiento y de la conciencia.

En materia tan difícil no creo haber acertado en todo; pero he trabajado con gusto y de buena fe, solamente con el fin de ayudar á la juventud en sus estudios.

D. González.

OBRAS CONSULTADAS.

Augusto Comte.—Curso de Filosofía Positiva.

Herbert Spencer.—Principios de la Etica.—La Moral de los diversos pueblos.—Principios de Sociología.

Alejandro Bain.—Lógica aplicada.

John Stuart Mill.—Sistema de Lógica deductiva é inductiva.—La libertad.

P. Jaime Balmes.—Curso de Filosofía Elemental.

Janet y G. Séailles.—Historia de la Filosofía.

Julio Simón.—Manual de Filosofía.

Estasén y Cortada.—El Positivismo ó sistema de las ciencias experimentales.

P. A. Secchi.—El Sol.—Unidad de las fuerzas físicas.

J. M. C. Duhamel.—Métodos de las ciencias de razonamiento.

W. Wundt.—Tratado de Física Médica.

Charles Davies.—Naturaleza y utilidad de las matemáticas.

J. V. Lastaria.—Lecciones de Política Positiva.

V. Pujol.—Historia de la Filosofía.

M. A. Herrera.—Idea general de la Filosofía Positiva y de la Sicología moderna.

P. Topinard.—Historia Natural; Antropología.

C. Claus.—Historia Natural; Zoología.

J. Monlau.—Compendio de Historia Natural.

Vicente Santamaría de Paredes.—Curso de Derecho Político.

Autor anónimo.—Nociones de Filosofía Positiva, usadas por los alumnos del Instituto Nacional Central; manuscrito que corre con el nombre de *Copias*.

NOTA.—Por lo general hemos procurado seguir en este estudio las doctrinas de A. Comte, con las modificaciones que la ciencia moderna ha hecho de algunas de ellas. En la segunda parte, nos ha servido de guía principalmente la *Lógica* de Stuart Mill. En la parte sociológica hemos consultado especialmente á Herbert Spencer y á Lastarria.

ÍNDICE.

PRIMERA PARTE.

IDEA GENERAL DE LA FILOSOFÍA POSITIVA.

LECCIÓN IV.

SEGUNDA PARTE.

PRINCIPIOS DE LÓGICA.

LECCIÓN I.

LECCIÓN II.

LECCIÓN III.

LECCIÓN IV.

LECCIÓN V.

LECCIÓN VI.

LECCIÓN VII.

LECCIÓN VIII.

LECCIÓN IX.

LECCIÓN X.

LECCIÓN XI.

LECCIÓN XII.

LECCIÓN XIII.

LECCIÓN XIV.

LECCIÓN XV.

LECCIÓN XVI.

TERCERA PARTE.

FILOSOFÍA Y LÓGICA DE LAS CIENCIAS.

LECCIÓN I.

MATEMÁTICAS.

LECCIÓN II.

ARITMÉTICA.—ANÁLISIS MATEMÁTICO.

LECCIÓN III.

ANÁLISIS TRASCENDENTAL Ó CÁLCULO INFINITESIMAL.

LECCIÓN IV.

GEOMETRÍA.—MECÁNICA RACIONAL.

LECCIÓN V.

ASTRONOMÍA.

LECCIÓN VI.

FÍSICA.

LECCIÓN VII.

QUÍMICA.

LECCIÓN VIII.

BIOLOGÍA.

CUARTA PARTE.

SOCIOLOGÍA.

LECCIÓN I.

LECCIÓN II.

LECCIÓN III.

LECCIÓN IV.

PRINCIPIOS

DE

FILOSOFÍA POSITIVA

PRIMERA PARTE

Idea general de la Filosofía Positiva.

LECCIÓN I.

Definición de la Filosofía.—Filosofía Positiva.—Acepción de la voz positivismo.—Origen de la ciencia, su fraccionamiento.—Los tres métodos de filosofar.

1. **Definición de la Filosofía.**—La *Filosofía* es una vasta ciencia: es, según Aristóteles, el sistema general de las concepciones humanas. El sistema filosófico denominado *Filosofía Positiva*, estudia todas las ciencias en lo que tienen de más general, las clasifica en su orden histórico y lógico, establece las relaciones que tienen entre sí y les señala los mé-

todos más propios para su desarrollo y progreso.

Puede decirse, que la filosofía positiva abarca todo el saber humano, ya que se ocupa del estudio de todas las fuerzas de la naturaleza y de sus leyes.

2. Acepción de la voz positivismo.—La voz *positivismo* debe tomarse en su sentido propio ó doctrinal, es decir, significando un sistema filosófico, que solo se ocupa de lo real ó accesible á nuestros medios de investigación, de los hechos adquiridos por la observación. Los enemigos de la doctrina dan á la palabra la acepción de egoísmo, interés, provecho, lucro personal; ó consideran el positivismo como satisfacción de pasiones mezquinas. El positivismo es simplemente aquello que es real, lo opuesto á lo imaginario, quimérico ó sin fundamento.

3. Origen de la ciencia, su fraccionamiento.—La ciencia es tan antigua como el hombre; su origen radica en la naturaleza humana. El hombre ha experimentado y experimenta en todo tiempo, necesidades físicas,

intelectuales y morales; y en el deseo instintivo é imprescindible de satisfacerlas se ha aplicado desde el principio al conocimiento de todo lo que le rodea y ha procurado encontrar las causas y leyes de los fenómenos que le impresionan, acertando, cuando ha tomado por guías la observación, la experiencia y el análisis.

La ciencia ha debido comprender al principio un campo muy limitado; pero á medida que los conocimientos se fueron ensanchando se formaron varias agrupaciones ó ciencias particulares, como continúa verificándose hoy día. Así debía ser, porque el hombre poseé una inteligencia limitada y su vida es bastante corta para poder abarcar todos los conocimientos humanos. Por otra parte, el principio de la división del trabajo es siempre útil y aun necesario, ya se aplique al trabajo mecánico ya al intelectual.

4. Los tres métodos de filosofar.—En la marcha evolutiva de la inteligencia humana, según Augusto Comte, todos nuestros principales conocimientos pasan sucesivamen-

te por tres estados teóricos diferentes, ó por tres fases diversas que corresponden á otros tantos procedimientos ó métodos de filosofar, que el entendimiento emplea en sus investigaciones: el *teológico ó ficticio*, el *metafísico ó abstracto* y el *científico ó positivo*. El espíritu humano naturalmente se sirve sucesivamente de estos tres métodos, cuyo carácter es esencialmente diverso y radicalmente opuesto. El teológico es el punto de partida de la inteligencia, el metafísico le sirve de transición y el científico ó positivo es el definitivo. Así, las ciencias antes de llegar á su estado actual han pasado primero por el estado teológico y después por el metafísico, aconteciendo lo mismo al individuo, que es teológico en la infancia, metafísico en la juventud y físico en la virilidad.

En el *sistema teológico* se atribuyen todos los fenómenos á causas ó agentes sobrenaturales. Este sistema está caracterizado por la revelación y la fe que le sirven de bases.

En el *sistema metafísico*, que no es más que una modificación del teológico, se reemplazan

las causas sobrenaturales por fuerzas incorpóreas, inherentes á los seres del mundo, las cuales engendran y regulan por sí mismas todos los fenómenos. El objeto de la filosofía metafísica es *lo absoluto.* Este sistema ó estado no admite la revelación.

Por último: en el *sistema científico* ó *positivo* el hombre renuncia á todo lo que es sobrenatural y á la adquisición de conocimientos absolutos, que considera imposible obtener, y se consagra á descubrir y estudiar los fenómenos y leyes de lo existente, por el razonamiento auxiliado de la observación y la experiencia.

"El sistema teológico, dice Comte, ha llegado á la más alta perfección de que sea suceptible, cuando ha sustituido la acción providencial de un ser único, al juego variado de las divinidades independientes que habían sido imaginadas en un principio. Del mismo modo, el último término del sistema metafísico consiste en concebir, en lugar de diferentes entidades particulares, una sola grande entidad general, la *naturaleza*, considerada como la fuente única de todos los fenómenos. De

un modo análogo la perfección del sistema positivo, hacia la que tiende sin cesar, aunque es probable que no deba jamás alcanzarla, sería poder representarse todos los diversos fenómenos observables como casos particulares de un solo hecho general, tal como el de la gravitación, por ejemplo."

LECCIÓN II.

Caracteres de la filosofía positiva.—La filosofía positiva no es metafísica.—No es materialista.—No es espiritualista ni racionalista.—La filosofía positiva no pugna con la idea de una causa primera, ni prescinde de la moral.—No es intolerante.

1. Caracteres de la filosofía positiva. —El carácter fundamental de la filosofía positiva es considerar que todos los fenómenos están sometidos á leyes naturales é invariables (Comte).

La filosofía positiva no se ocupa de los misterios teológicos, ni de las cuestiones metafísicas; su campo de acción es la naturaleza.

La filosofía positiva establece la división del

trabajo intelectual, el orden gerárgico de las ciencias y su enseñanza gradual.

No acepta la revelación ni la fe como bases de un sistema filosófico; sólo admite como principios reales ó positivos los adquiridos por la observación y la experiencia.

2. La filosofía positiva no es metafísica.—La filosofía positiva no se ocupa de las concepciones *a priori* ó de lo absoluto, ni de nada que esté fuera ó más allá del mundo real. Y aunque algunas de las ciencias positivas que son de su dominio, tengan todavía algo de metafísico, esto irá desapareciendo á medida que vayan progresando.

La filosofía positiva no condena los esfuerzos de la inteligencia que quiere remontarse hasta las regiones de lo que llaman lo absoluto; admira esos esfuerzos y las profundas concepciones de inteligencias elevadas; pero no las sigue en busca de lo inaccesible.

Hay más: la filosofía positiva "reconoce que ha debido el impulso, al soplo vivificador de la metafísica y de la filosofía en general y se ha encarnado en el cuerpo de las ciencias físico-naturales." (Estasén y Cortada).

3. La filosofía positiva no es materialista ni espiritualista.—Algunos filósofos, principalmente los espiritualistas, creen que combatiendo al materialismo combaten también al sistema positivista, al que atribuyen el mismo carácter. Dicen así: el materialismo no puede explicar en qué consiste la esencia de la materia; tampoco puede explicar de qué manera los cambios del pensamiento son proporcionales á los del cerebro; ni cómo en el cambio incesante de los materiales del organismo, por razón del movimiento continuo de nutrición, el cerebro conserva sinembargo el sentimiento de identidad, no obstante estar sujeto al mismo cambio. Tampoco puede el materialismo dar una explicación satisfactoria de la producción primera de los seres organizados.

Todas estas objeciones, fundadas ó no, no importan á la filosofía positiva, no son para ella. En efecto: esta ciencia toma la materia tal como se presenta á nuestros sentidos para estudiar sus propiedades y las leyes de sus fenómenos, sin preocuparse de su esencia ó na-

turaleza íntima. Luego, en lo relativo á la sensibilidad y la inteligencia, parte en sus investigaciones del hecho innegable, aun por los espiritualistas, de que no hay pensamiento sin cerebro, y no se ocupa de las teorías materialistas ó espiritualistas, respecto al lazo que exista entre el sistema nervioso y aquellas facultades. El estudio del origen de los seres vivientes es del resorte de la biología; y en cuanto á la conservación del sentimiento de identidad, nada puede decir todavía sobre el particular, esperando los descubrimientos de la psicología fisiológica, que cada día hace nuevos progresos.

Una observación debemos hacer aquí, respecto al conocimiento de la esencia de las cosas. Si por esencia se entiende la causa íntima de los fenómenos, la ciencia positiva ha podido hacer algunos descubrimientos en este sentido. Así es como se puede decir, que se conoce la esencia ó causa íntima del calor, pues por la teoría termodinámica se demuestra que el calor es debido á un movimiento vibratorio muy rápido ó imperceptible de las

moléculas de la materia ponderable, movimiento que se propaga entre los cuerpos por medio del fluído ó materia sutil denominado eter. Si por esencia se entiende algo oculto y misterioso en las existencias, inaccesible á nuestros medios de investigación, y sólo concebible por la razón, la filosofía positiva renuncia á su conocimiento.

4. La filosofía positiva no es espiritualista ni racionalista.—Es evidente que la filosofía positiva nada tiene que ver con la doctrina filosófica llamada espiritualismo. Ya hemos dicho que, ocupándose aquella solamente del mundo real, deja las cuestiones relativas á los seres incorpóreos ó á los *espíritus* á las disquisiciones de la metafísica.

El racionalismo es también una doctrina filosófica, que considera como facultad fundamental y superior á todas las otras facultades la razón humana, de suerte que no admite ninguna cosa como verdadera, sino es demostrable por la razón pura; pero como quiera que el racionalismo admite verdades que están fuera del orden sensible y que no se basan en

la observación y la experiencia, se ve que la filosofía positiva nada tiene de común con aquella doctrina, sino es, el considerar la importancia de la razón, pero auxiliada de aquellos medios de investigación.

5. La filosofía positiva no pugna con la idea de una causa primera, ni prescinde de la moral.—La filosofía positiva no se ocupa de la Causa primera, porque según el plan que se ha trazado y los medios de investigación de que dispone, se concreta al estudio de los fenómenos de la naturaleza; nada dice sobre la existencia de aquella causa. Deja este examen á la teodicea, ciencia metafísica que trata del conocimiento de Dios.

La filosofía positiva no niega la moral; al contrario la considera como la base más sólida de la organización de las sociedades. Se darán detalles sobre este punto en la parte sociológica.

6. La filosofía positiva no es intolerante.—La filosofía positiva respeta las opiniones de los que siguen otras doctrinas ú otros sistemas filosóficos. Reconoce que la in-

tolerancia, de cualquiera clase que sea, es uno de los peores males de la humanidad. En materia religiósa, la intolerancia ha condenado á las llamas millares de víctimas, ha decretado el ostracismo y las torturas del genio y ha producido el degüello de los hugonotes. "La filosofía positiva, dice Estasén y Cortada, es severa pero no intolerante; no tiene la pretensión de haber hallado la verdad absoluta y aun así, tampoco lo fuera. La intolerancia hasta la rechazan los católicos de buen sentido, los que son católicos por convicción y no lo son *de partido*, los que se encuentran bien dentro el catolicismo, que satisface las aspiraciones de su inteligencia y su corazón, como los positivistas que en la filosofía de los sistemas experimentales encuentran un sistema de conocimiento, cuyo método les da la clave y cuya doctrina la explicación satisfactoria de todos los fenómenos que nos rodean."

LECCIÓN III.

Ventajas de la filosofía positiva.—Desarrolla las facultades humanas.—Debe regenerar la educación.—Debe regenerar la sociedad.—Pondrá fin á la crísis política y moral de las sociedades actuales.

1. **La filosofía positiva desarrolla las facultades humanas.**—El hombre posée tres facultades primordiales, que son la inteligencia, la sensibilidad y la voluntad.

La *inteligencia ó entendimiento* es la facultad de conocer, y comprende tres actos ó facultades secundarias, que son la percepción, el juicio y el raciocinio. También hacen parte de las facultades intelectuales la memoria y la imaginación. Por medio de la percepción se forman las ideas.

El *juicio* es el acto con que afirmamos ó negamos una cosa de otra. Se comparan dos ideas para averiguar la relación que tienen entre sí.

El *raciocinio ó razonamiento* es el acto con que inferimos una cosa de otra, por inducción ó deducción.

La *memoria* sirve para conservar ó retener las ideas; y la *imaginación* para combinarlas.

Todas estas facultades, así como la *sensibilidad* y la *voluntad*, se desarrollan en el sistema positivo, por un ejercicio conveniente, mediante los métodos de investigación que sigue, el orden gerárgico y enseñanza gradual que establece en el estudio de las ciencias.

La metafísica procede *a priori*, encomendando mucho á la imaginación y descuidando las otras facultades. La teología prohibe toda discusión, que no se base en la revelación y la fe.

2. Debe regenerar la educación.—Hasta la fecha nuestros conocimientos tienen mucho de teológico y de metafísico. La filosofía positiva es la llamada á establecer la unidad intelectual de la humanidad, regenerando así la educación, que deberá ser científica ó positiva y gradual, teniendo por base la observación. Las generaciones venideras serán asi activas, investigadoras y pensadoras.

3. Debe regenerar la sociedad.—Servirá de base para alcanzar este fin una moral de carácter universal é inmutable, es decir,

una moral fundada en la naturaleza humana. La moral religiosa no es universal porque cada religión ó secta considera como bueno lo que otras consideran como malo; no es inmutable porque ha variado según la necesidad que ha habido de interpretar de distinta manera los libros sagrados, á medida que la ciencia ha ido imponiendo sus principios por la convicción.

4. Pondrá fin á la crisis política y moral de las sociedades actuales. — Según Augusto Comte la crisis política y moral de las sociedades actuales tiene por causa la anarquía intelectual ó desacuerdo que existe entre las inteligencias respecto á las máximas fundamentales del orden social. A su vez la anarquía intelectual depende del uso simultáneo de los tres métodos de filosofar. Oigamos lo que dice Comte: "No hay necesidad de probar que las ideas gobiernan y trastornan el mundo, ó en otros términos, que todo el mecanismo social reposa finalmente sobre opiniones; y sobre todo, que la gran crisis política y moral de las sociedades actuales, procede, en

último análisis, de la anarquía intelectual. Nuestro más grave mal consiste, en efecto, en esa profunda divergencia que existe ahora entre todos los espíritus acerca de todas las máximas fundamentales cuya fijeza es la primera condición de un verdadero orden social. En tanto que las inteligencias individuales no hayan adherido por un sentimiento unánime á cierto número de ideas generales capaces de formar una doctrina social común, no se puede disimular que el estado de las naciones será por necesidad esencialmente revolucionario, á pesar de todos los paliativos políticos que se adopten; y que no se sostendrá realmente sino por instituciones provisorias. Igualmente es cierto que, si esta reunión de los espíritus en una misma comunión de principios puede alcanzarse alguna vez, procederán de ella necesariamente las instituciones convenientes, sin dar lugar á ningún sacudimiento grave, habiéndose disipado ya por ese sólo hecho el mayor desorden. Es allá á donde principalmente debe dirigirse la atención de cuantos sienten la importancia de un estado de cosas ver-

daderamente normal. En resumen: el actual desorden de las inteligencias depende en último análisis del empleo simultáneo de las tres filosofías radicalmente incompatibles—filosofía teológica, filosofía metafísica y filosofía positiva.—Y es claro en efecto, que si cualquiera de estas tres filosofías obtuviese una preponderancia universal y completa, habría también un orden social determinado, mientras que el mal consiste sobre todo en la ausencia de toda verdadera organización.

Es la coexistencia de estas tres filosofías opuestas lo que impide absolutamente entenderse sobre ningún punto esencial. Luego si esta manera de ver es exacta, no se trata ya sino de saber cual de las tres filosofías tiene derecho á prevalecer por la naturaleza de las cosas; y todo hombre sensato deberá en seguida esforzarse en concurrir á su triunfo, cualesquiera que hayan sido, antes del análisis de la cuestión, sus opiniones particulares. Reducida la cuestión á estos sencillos términos, no debe quedar incierta por largo tiempo; pues es evidente que la filosofía positiva es la única

destinada á prevalecer, según el curso ordinario de las cosas. Ella, sólo ha estado constantemente en progreso desde una larga serie de siglos, mientras que sus antagonistas han ido constantemente en decadencia. Sea con razón ó sin ella, poco importa; el hecho general es incontestable, y eso basta. Se le puede deplorar, pero no destruirlo, ni por consecuencia descuidarlo, so pena de entregarse á especulaciones ilusorias. Esta evolución general del espíritu humano se ha realizado hoy casi enteramente: no falta ya sino completar la filosofía positiva, comprendiendo en ella el estudio de los fenómenos sociales, y resumirla en seguida en un cuerpo de doctrina homogénea. Cuando haya avanzado lo bastante este doble trabajo, el triunfo de la filosofía positiva tendrá lugar expontáneamente y restablecerá el orden en la sociedad."

"La empresa es vastísima, dice Lastarria, á propósito de lo que precede. Pero en los cuarenta años transcurridos desde que el fundador de la filosofía positiva trazó esta nueva senda, se ha hecho una gran labor de que ha

aprovechado principalmente la sociología. No hablemos de las ciencias exactas, que casi han completado su evolución, prevalidas de los progresos que ya habían hecho cuando Comte trazó la filosofía especial de cada una. Las ciencias del grupo matemático-físico, las del grupo químico y las del biológico han renunciado ya á toda investigación acerca de las causas eficientes y finales. No admiten nada que no esté evidentemente probado.

No estudian, como dice Littré, sino la materia y sus fuerzas ó propiedades, ni conocen materia sin propiedades ó fuerzas, ni fuerzas ó propiedades sin materia. Cuando descubren un hecho general en alguna de estas fuerzas, adquieren la posesión de una ley, y esta ley se convierte pronto en una potencia mental y en una potencia material: en potencia mental, porque se trasforma para el espíritu en un instrumento de lógica; en potencia material, por que también se convierte en medio de dirigir las fuerzas naturales.

Mas la sociología, á pesar del gran empuje que ha recibido, no ha alcanzado igual vigor

positivo para completar su evolución, ni ha logrado todavía formar un cuerpo de doctrina homogénea; porque, en el estudio de los fenómenos sociales, la metafísica ha encontrado sus últimos atrincheramientos en algunos espíritus obcecados, y sobre todo, porque un poder político-religioso que se va, tiene su base en la filosofía teológica, y, en el naufragio de su fortuna, pugna por pervertirlo y tergiversarlo todo, condenando los esfuerzos y progresos de la filosofía positiva, y tratando de hacer retroceder la concepción de los fenómenos sociales á la época en que sólo la teología los explicaba, los dirigía y gobernaba. Con todo, la crítica filosófica ha penetrado ya en los dominios de la ciencia social, y aplicada á la investigación histórica, como al estudio de las relaciones voluntarias y necesarias del hombre, y al desarrollo industrial y artístico, reconstruye la historia, como ciencia de la estática y dinámica de la sociedad, la ciencia del derecho, la economía política, la moral y la estética, bien que aun quedan en la penumbra de la metafísica la psicología y aun la lógica,

mientras la ciencia fundamental de la biología les prepara su porvenir positivo, por el estudio de los fenómenos cerebrales."

LECCIÓN IV.

Clasificación de las ciencias según Augusto Comte.—Clasificación de Herbert Spencer.—Clasificación de Alejandro Bain.—Conclusión.

1. Clasificación de las ciencias según Augusto Comte.—La ciencia humana, según Augusto Comte, se divide en especulativa ó teórica y práctica ó de aplicación.

La *especulativa* se divide en *general* y *particular* ó *descriptiva*. Solamente la especulativa general es el objeto de la filosofía positiva y las ciencias que comprende se llaman *fundamentales* y son: matemáticas, astronomía, física, química, fisiología y física social.

En esta clasificacién se agrupan los fenómenos en un corto número de categorías naturales, que constituyen otras tantas ciencias. El estudio racional de cada categoría se funda en el de la precedente y el de ésta á su vez sirve

de base á la que sigue. Se llega á este resultado, procediendo de lo más simple ó general á lo más complicado ó particular. Además Comte procede lógicamente en su clasificación, del objeto al sujeto, es decir, del estudio de los fenómenos del mundo exterior al de los del individuo humano, aislado ó en sociedad.

Divide todos los fenómenos en fenómenos de los cuerpos inorgánicos y fenómenos de los cuerpos organizados. Llama al estudio de los primeros *física inorgánica* y al de los segundos *física orgánica*.

La física orgánica, como que comprende los fenómenos vitales, es más compleja que la inorgánica.

La física inorgánica se subdivide en *astronomía* ó *física celeste* y *física terrestre*, siendo la primera más general.

La física terrestre se divide á su vez en *física mecánica* y *física propiamente dicha* y en *química*. Esta última ciencia supone la anterior, teniendo algo de particular que modifica los fenómenos físicos.

Divide la física orgánica en la del individuo

y la de la especie, esto es, en *fisiología y física social*. Esta última es la más complicada de las ciencias y tiene por base todas las anteriores.

Según Littré esta clasificación hace de las ciencias tres grupos, que corresponden al conjunto que llamamos naturaleza: 1º grupo matemático–físico (matemáticas, astronomía, y física mecánica y molecular); 2º grupo químico; 3º grupo orgánico (biología y sociología). Comte llama á la biología fisiología y á la sociología física social. Cuestión de nombres.

Á ejemplo de Lastarria y para comprender mejor esta clasificación insertamos á continuación la exposición que de ella hace Stuart Mill. "Comte clasifica las ciencias según el grado de complexidad de sus fenómenos, de suerte que cada ciencia depende de las verdades de todas las ciencias que la preceden, adicionadas de las verdades que le son propias. Así las verdades del número son verdaderas en todos los casos y no dependen sino de sus propias leyes, y por esto es que la ciencia del

número, que se compone de la aritmética y del álgebra, puede estudiarse sin necesidad de ninguna otra ciencia. Las verdades de la geometría suponen las leyes del número, y el estudio más especial de las leyes particulares de los cuerpos extendidos, pero no exigen otras: la geometría puede estudiarse, pues, independientemente de todas las ciencias, menos la del número. La mecánica racional presupone las leyes del número y las de la extensión, y con ellas otro grupo de leyes, las del equilibrio y el movimiento. Las verdades del álgebra y de la geometría no dependen absolutamente de estas últimas, y serían verdades, aunque éstas hubieran sido lo contrario de lo que son; pero no se podrían comprender ni exponer los fenómenos del equilibrio y el movimiento, sin suponer las leyes del número y de la extensión, tales como existen en la realidad. Los fenómenos de la astronomía dependen de estas tres clases de leyes, y además de la ley de gravitación, la cual no tiene influencia sobre las verdades del número, de la geometría ó de la mecánica. La física supone las tres ciencias

matemáticas y también la astronomía, pues todos los fenómenos terrestres están afectados por influencias que derivan de los movimientos de la tierra y de los cuerpos celestes. Los fenómenos químicos dependen de todas las leyes que preceden, además de las que les son propias, de las de la física, entre todas, especialmente de las leyes del calor y de la electricidad. Los fenómenos fisiológicos dependen de las leyes de la física y de la química, y además de las leyes que los rigen. Los fenómenos de la sociedad humana obedecen á sus propias leyes, pero no dependen solamente de éstas, sino de todas las leyes de la vida orgánica y animal, al mismo tiempo que de las de la naturaleza inorgánica, obrando estas últimas en la sociedad, no sólo por su influencia sobre la vida, sino determinando las condiciones físicas en que la sociedad debe desarrollarse."

2. Clasificación de Herbert Spencer. —El célebre filósofo inglés Herbert Spencer no sigue la clasificación de Comte y critica al filósofo francés el haber confundido la acepción de la palabra *abstracta* aplicada á la cien-

cia con la de la palabra *general*, y el no haber dado á la psicología el lugar conveniente.

La filosofía positiva inglesa parte del estudio de la psicología y la francesa del conocimiento objetivo ó del mundo exterior; pero ambas escuelas van á parar á las mismas conclusiones.

Spencer divide las ciencias en tres grupos: 1º ciencias abstractas (lógica y matemáticas); 2º ciencias abstracto-concretas (mecánica, física y química); 3º ciencias concretas (astronomía, geología, biología, psicología y sociología).

Divide la biología en morfología ó ciencia de las formas de los seres organizados, fisiología ó ciencia de las funciones y psicología ó ciencia del pensamiento. La sociología nace, dice, de la psicología.

3. Clasificación de Alejandro Bain.— Alejandro Bain distribuye todos los fenómenos de la naturaleza en siete categorías, que comprenden á las ciencias siguientes: lógica, matemática, mecánica ó dinámica, física, química, biología y psicología.

4. Conclusión.—Por lo que precede se observa, que las clasificaciones de las ciencias que se han seguido á la de Augusto Comte (hay otras muchas), no son más que modificaciones de las del maestro, modificaciones que los progresos de las ciencias han hecho necesarias.

Pero quede asentado, que al poner Comte la psicología después de la fisiología, la colocó en el lugar que le corresponde, pues las funciones intelectuales están de tal manera ligadas á las funciones cerebrales, que no se puede estudiar aquellas sin conocer antes la estructura y la dinámica del sistema nervioso.

Veremos después, que la lógica, la moral y la estética hacen parte de la ciencia que en sociología se llama *teoría subjetiva de la humanidad.* Dado el estudio de la biología, no importa el lugar que se asigne á la psicología.

En conclusión, adoptaremos la clasificación de Comte, comenzando sin embargo por la lógica, así: lógica, matemáticas, astronomía, física, química, biología, psicología y sociología.

La botánica, la zoología y la antropología ó

ciencia del hombre físico y moral, son ciencias concretas del grupo biológico.

Colocamos en primer lugar la lógica, porque además de ocuparse de las leyes generales del pensamiento y de la afirmación, suministra, como dice Bain, un sistema de métodos aplicables á la investigación y al descubrimiento de la verdad en toda ciencia.

SEGUNDA PARTE

Principios de Lógica.

LECCIÓN I.

Definiciones de la lógica: definición del P. Balmes; definición del Arzobispo Wately; definición de varios autores; definición de Stuart Mill; definición adoptada; carácter esencial de una buena lógica.—Utilidad de la lógica.

1. **Definiciones de la lógica.**—Varias definiciones se han dado de la lógica.

Apuntaremos las principales:

1ª—"Ciencia que nos enseña á conocer la verdad" (Balmes).

La verdad, dice, es la realidad y puede ser considerada en las cosas ó en el entendimiento. La verdad en la cosa es la cosa misma; la verdad en el entendimiento es el conocimiento de la cosa tal como ésta es en sí. Llama á la primera, verdad real ú objetiva; y á la segunda, verdad formal ó subjetiva.

La definición de Balmes es común á la ló-

gica y á cualquiera otra ciencia, pues toda ciencia se propone conocer la verdad.

2ª—"Ciencia y á la vez arte del razonamiento (Arzobispo Wately). Como ciencia analiza la operación mental que tiene lugar cuando razonamos; y como arte da las reglas fundadas sobre este análisis para ejecutar correctamente la operación."

Esta definición es buena si la palabra razonamiento se despoja de su carácter de ambigüedad en su significado, y se toma como inferencia deductiva é inductiva.

3ª—"Ciencia que trata de las operaciones del entendimiento humano en la indagación de la verdad" (Varios autores).

Esta definición es muy lata. Hay verdades que conocemos por conciencia y otras por inferencia. Entre las primeras están nuestras sensaciones orgánicas y las afecciones mentales, que son inmediatamente conocidas por la conciencia. Todas las otras son de inferencia, vienen del mundo exterior, como los hechos históricos, los teoremas de las matemáticas, etc. La lógica no se ocupa de la primera clase de

verdades; ninguna regla puede en estos casos hacer nuestro conocimiento más cierto de lo que es ya por sí mismo.

4ª— "La ciencia de las operaciones intelectuales, que sirven para la estimación de la prueba" (Stuart Mill).

Las operaciones á que se refiere esta definición son el razonamiento, como principal y las de nombrar, definir y clasificar como auxiliares. De estas operaciones dice Stuart Mill, que la lógica hace un anális exacto, y que sobre éste establece y funda un cuerpo de reglas ó cánones para certificar la validez de toda prueba.

Refiriéndose á las operaciones auxiliares, dice: "Por consiguiente, encierra (la definición) la operación de nombrar, porque el lenguaje es un instrumento que nos sirve tanto para pensar como para comunicar nuestros pensamientos. Comprende también la definición y clasificación, porque estas operaciones nos sirven no solamente para hacer estables y permanentes y siempre disponibles en la memoria nuestras pruebas y conclusiones, sino

también para clasificar los hechos que se nos ofrezca buscar, en cualquier momento, de manera que podamos percibir más claramente su prueba y juzgar con menos probabilidades de error si es suficiente ó no. Todas estas operaciones son, pues, especialmente instrumentales para la estimación de la prueba, y como tales, hacen parte de la lógica. Hay aun otros procedimientos más elementales en ejercicio en todo pensamiento, la Concepción, la Memoria, etc.; pero la lógica no tiene necesidad de hacer un estudio especial de ellos, porque no tienen con el problema de la prueba ninguna conexión particular, ó mejor dicho, porque este problema así como todos los otros los presupone."

Siguiendo á Stuart Mill, definiremos la lógica: *la ciencia del razonamiento deductivo é inductivo y de las operaciones auxiliares que sirven para la estimación de la prueba.*

Dando á la palabra razonamiento su verdadero sentido de ser deductivo é inductivo, resulta que el carácter esencial de una buena lógica es ser *deductiva é inductiva.*

2. Utilidad de la lógica.—Si la lógica es una ciencia, inoficioso es discutir si es útil ó no; pero como la naturaleza nos ha dado disposiciones naturales para juzgar con mayor ó menor acierto, pudiera alegarse que esto basta para dirijirnos en la indagación de las verdades. Veamos lo que dice Stuart Mill á este respecto: "Una ciencia puede, sin ninguna duda, progresar y llegar á un alto grado de perfección sin el auxilio de ninguna otra lógica que la que adquiere empíricamente en el curso de sus estudios todo hombre provisto, como se dice, de un entendimiento sano. Los hombres han juzgado de la verdad de las cosas, y comunmente con exactitud, antes que la lógica fuese una ciencia constituida, porque sin esto jamás podrían haber formado una ciencia. De la misma manera, ejecutaban grandes trabajos mecánicos antes de conocer las leyes de la mecánica. Pero hay límites para lo que pueden hacer los mecánicos que no poseen los principios de la lógica. Algunos individuos, gracias á un genio extraordinario ó á la adquisición accidental de un buen fondo de hábitos

intelectuales, pueden marchar sin principios, del todo ó en parte, por la vía que habrían seguido con principios. Pero la generalidad tiene necesidad de saber la teoría de lo que hace ó conocer las reglas formuladas por los que la saben. En la marcha progresiva de la ciencia, yendo de los problemas más fáciles á lós más difíciles, cada gran paso hacia adelante ha tenido siempre por antecedente ó por condición y acompañamiento necesarios un progreso correspondiente en las nociones y principios de lógica admitidos por los pensadores más avanzados; si muchas de las ciencias más difíciles son aun tan defectuosas; si en estas ciencias hay tan poco probado, y si aun se disputa siempre sobre lo poco que parece serlo, la razón es quizá que las nociones lógicas no han adquirido el grado de extensión ó de exactitud necesaria para la justa apreciación de la evidencia propia en estas ramas del conocimiento."

LECCIÓN II.

Conciencia, sensación é idea.—Ley ú operación mental de la diferencia.—Ley de la semejanza.—Necesidad de la memoria.—El conocimiento es á la vez diferencia y semejanza.—División de los conocimientos en objetivos y subjetivos y en individuales ó concretos y generales ó abstractos.

1. **Conciencia, sensación é idea.**—Es muy difícil dar una definición de la conciencia. Como este concepto lo empleamos con frecuencia, procuraremos dar una idea de su significado.

Balmes dice que la conciencia es la presencia interior de nuestras propias afecciones. Alejandro Bain dice que es la palabra (conciencia) más difícil de todo el vocabulario castellano y que la expresión más general de que podemos hacer uso es decir que la palabra conciencia es el término que representa todos los estados del sujeto sintiendo.

Se da por carácter á la conciencia el ser una cualidad ó atributo de un acto mental concreto, inseparable del conocimiento.

Podemos decir, que la *conciencia* es el fenó-

meno interior que nos advierte que somos el sujeto de todas las sensaciones, deseos y pensamientos que se verifican en nosotros mismos.

Sensación es la afección particular de que tenemos conciencia siempre que se verifica en nosotros una impresión orgánica, venga del exterior ó de nuestra propia organización.

La *idea* ó conocimiento es la sensación percibida. Pertenece á la psicología el estudio especial y detallado de todos estos fenómenos.

2. Ley de la diferencia. — También se da á esta ley el nombre de ley de la *relatividad* ó del *contraste*. Se formula así: *toda sensación supone un cambio de impresión, y todo conocimiento un cambio de idea.* Es un hecho que una impresión continuada no produce sensación; pero habiendo un cambio de impresión, una sensación se produce, tanto más viva cuanto más grande y repentino es el cambio. Esto sucede con toda clase de impresiones, visuales, auditivas, tactiles, etc. La magnitud de la nueva sensación depende de la duración de la impresión y del estado inmediato anterior del sujeto.

La misma ley de relatividad rige al conocimiento: no hay conocimiento sin cambio de idea. Conocemos la luz por su contraste con la oscuridad, el calor por el frío, y así de otras sensaciones y conocimientos. En estos casos percibimos inmediatamente una diferencia, un contraste, un cambio de estado de nuestra conciencia.

Se deduce, pues, que todos nuestros conocimientos son relativos, ó que no existen conocimientos absolutos. El principio de relatividad es de múltiples é importantes aplicaciones en lógica.

3. Ley de la semejanza.—Se llama también ley de *conformidad* ó de *asimilación.* Se formula así: *una impresión que se renueva después de cierto tiempo, produce un estado de conciencia especial, que es el sentimiento de identidad ó conformidad en la repetición.* Si, por ejemplo, encendemos una vela en un cuarto oscuro, experimentamos una sensación al pasar de la oscuridad á la luz; si la apagamos y la volvemos á encender poco después, experimentamos otra sensación nueva de luz, y percibimos la conformidad ó semejanza de los dos casos.

La conformidad ó la percepción de las semejanzas en los objetos distintos, dice Bain, es otro hecho intelectual; el estado de conciencia que le corresponde es único en su género, y constituye una de las formas de la esperiencia humana, más frecuentemente renovadas.

4. Necesidad de la memoria.—La *memoria*, la *retención ó resurrección*, como la llama Bain, es una facultad necesaria é indispensable para todo conocimiento. Sin ella no sería posible verificar las operaciones de diferencia y de semejanza. No se podría tener conocimiento de un objeto, sino recordáramos las cualidades ó propiedades de los objetos percibidos.

5. El conocimiento es á la vez diferencia y semejanza.—Conocer un hecho es distinguirlo de todos los hechos diferentes é identificarlo á la vez á todos los hechos semejantes. Por ejemplo: cuando decimos que tenemos idea del hombre, es ésto diferenciarlo de todos los seres que no son él, y al mismo tiempo asemejarlo á las cosas con que le hemos comparado. Si decimos, pues, refirién-

donos á una de las cualidades del hombre, que es un ser que se nutre, significa ésto que es diferente de las rocas, metales y demás seres inorgánicos, y que se asemeja á todos los seres vivos, es decir, á los animales y vegetales. Por consiguiente: el conocimiento, la idea ó representación de un objeto concreto, es el agregado de todas las operaciones mentales de diferencia y concordancia, fijadas y retenidas en la mente por el poder intelectual que se llama memoria.

6. División de los conocimientos en objetivos y subjetivos y en individuales ó concretos y generales ó abstractos.— Es evidente que para que haya conocimiento se necesitan sujeto que conozca y objeto conocible; establecidas las relaciones entre el sujeto y el objeto, resultan dos clases de conocimientos: objetivos y subjetivos. Son *objetivos* los que adquirimos por la observación de los objetos exteriores que nos rodean; y son *subjetivos* los que provienen de la observación de los fenómenos de nuestro propio organismo. El conocimiento de un árbol, de un ani-

mal, de un fenómeno celeste, son conocimientos objetivos. El conocimiento de una pena que nos molesta, del hambre que sentimos en un momento dado, son conocimientos subjetivos. Á esto se refiere la expresión de que hay en el hombre oposición entre el mundo exterior y el mundo interior, ó sea preponderancia de una clase de conocimientos sobre la otra, ya sea de los objetivos sobre los subjetivos ó viceversa.

También se dividen las ideas ó conocimientos en particulares ó concretos y en generales ó abstractos. Cuando en un momento dado examinamos un objeto que se halla en algún lugar determinado, teniendo en cuenta sus relaciones de diferencia con otros objetos, formamos un conocimiento *particular* ó *concreto;* pero si mediante el poder de abstracción de la inteligencia sólo consideramos en un grupo ó clase de objetos, lo que éstos tengan de común ó semejante, no atendiendo á sus diferencias, y sin referirnos, en cuanto sea posible, á espacio ó lugar determinado, habremos formado un conocimiento *general* ó *abstracto.* De

donde se deduce, que el conocimiento general no pertenece, como dice Locke, á la existencia real de las cosas y que no es más que una obra del entendimiento. El conocimiento de un hombre en particular, de Pedro ó de Antonio, es un conocimiento particular. La idea de hombre, considerando lo que tienen los individuos de la especie de semejante, y haciendo abstracción de las diferencias, es una idea ó conocimiento general.

Se ha pretendido explicar el carácter de las ideas generales de otro modo.

La escuela *realista* ó de Platón supone, que las ideas generales son entidades ó seres reales, que están fuera de las cosas, con existencia propia. Refiriéndose al círculo, al triángulo, etc., dicen que hay una forma circular, triangular, sin extensión ni color, existente por sí misma é independiente de los objetos.

La existencia de tales entidades no se concibe y no se concibe porque es puramente imaginaria. Esta doctrina está completamente abandonada.

Hay otra teoría, la del *conceptualismo,* que

se debe al filósofo Abelardo, aunque algunos años antes de él había sido iniciada por Juan Salisbury. En esta teoría se explica la formación de las ideas generales por una abstracción del espíritu, que puede aislar por completo un *concepto*. Así por ejemplo, la idea de círculo en el conceptualismo, es la de forma circular, con exclusión de todas las otras propiedades de un círculo particular; pero no es posible pensar en el círculo sin que se nos represente de tal ó cual extensión, de tal ó cual color y en cierto lugar, aunque sea de un modo vago. Lo mismo puede decirse de las ideas generales.

Los conceptualistas exageran, pues, el poder generalirador de la inteligencia, porque es cierto que por más general que sea una idea va siempre unida á cualidades particulares del objeto, de las que es imposible desprenderse.

LECCIÓN III.

Todo razonamiento se apoya en la ley de semejanza.—El origen de nuestros conocimientos es la experiencia.—Conocimientos intuitivos ó verdades intuitivas.—La creencia.—Conocemos solamente lo que puede afectar á nuestra sensibilidad.

1. **Todo razonamiento ó inferencia se apoya en la ley de semejanza.**—Bajo una primera forma, el razonamiento consiste en inferir de un hecho conocido otro hecho desconocido análogo, sirviendo de guía la ley de semejanza. Cuando vemos que una piedra abandonada á sí misma cae á la superficie de la tierra, inferimos, por la ley de semejanza, que otra piedra cualquiera caerá igualmente; y aun llevamos la inferencia hasta suponer que en otro lugar cualquiera de la tierra sucederá lo mismo, anticipando así nuestro juicio sobre lo que no se ha verificado, guiados por la misma semejanza.

Otra forma de razonamiento, aunque de la misma naturaleza que la anterior, consiste en inferir de cierto número de hechos particulares conocidos un hecho desconocido ó una pro-

posición general. Cuando hemos observado que cierto número de cuerpos caen (como las piedras) á la superficie de la tierra, podemos inferir, generalizando, que tódos los cuerpos caen de la misma manera, siempre apoyados en la ley de semejanza. Este razonamiento se llama *inducción*, en su sentido más general y técnico.

Una última forma de razonamiento consiste en inferir de proposiciones ó verdades generales, proposiciones ó verdades particulares; y este procedimiento supone también la ley de semejanza. Si de la proposición general: todos los cuerpos caen á la superficie de la tierra, inferimos que el plomo, que es un cuerpo, cae igualmente, hacemos una inferencia que se llama *deducción* Estudiaremos después estas operaciones, indicando su fundamento. Veremos también cuál es la naturaleza de la deducción.

2. El origen de nuestros conocimientos es la experiencia.—Por lo que se refiere á los conocimientos objetivos (6. Lec. II.) todos se adquieren por la experiencia ú obser-

vación repetida de los objetos y fenómenos de la naturaleza, que están fuera de nosotros, aplicando los sentidos y poniendo en actividad las facultades mentales. Entran en juego las operaciones de diferencia y semejanza y la memoria. Así es como distinguimos ó indentificamos nuestras impresiones y las reproducimos.

Respecto á los conocimientos subjetivos, como los que provienen de las sensaciones orgánicas, las afecciones ó sentimientos, las voliciones y actos mentales, dependen de la conciencia ó sea de una observación puramente interna.

3. Conocimientos intuitivos ó verdades intuitivas.—La denominación *intuitivo* se ha tomado en diferentes sentidos. Stuart Mill llama verdades ó conocimientos intuitivos á los de conciencia ó subjetivos, dando el nombre de *inferidos* ó de *conocimientos de inferencia* á los objetivos, que suponen los intuitivos.

Charles Davies y otros autores llaman verdades intuitivas ó *evidentes por sí mismas* á

aquellas que se conciben inmediatamente, esto es, que son perfectamente reconocidas por un simple procedimiento de inducción, en el momento que los hechos de los cuales dependen son conocidos, sin la intervención de otras ideas. El todo es igual á la suma de sus partes: es una verdad intuitiva ó evidente por sí misma, inferida de hechos previamente conocidos. Por ejemplo: sabiendo por la experiencia y por los sentidos, lo que es un todo y por experimentos el hecho, que este todo puede ser dividido en partes, v. g.: una naranja en cuatro porciones, la mente percibe la relación entre el todo y la suma de las porciones ó partes, esto es, que son iguales; y entonces por el razonamiento inferimos que lo mismo será verdadero de cualquiera otra cosa, y así establecemos la verdad general ó axioma mencionado. Aquí todos los hechos de que se saca la inducción se presentan á la mente, y esta operación se hace sin ayuda de otros hechos. Esto es lo que se llama una verdad ó conocimiento intuitivo.

Los metafísicos dicen, que hay conocimien-

tos que no son adquiridos por la experiencia, sino que son inherentes á nuestra inteligencia é independientes de los sentidos y de la conciencia. Les llaman conocimientos *innatos* ó *ideas innatas*, tales como las ideas de tiempo, espacio, sustancia, y causa.

Nosotros tomamos la palabra *intuitivo* en el sentido que la toma Charles Davies, y algunas veces en el que la toma Stuart Mill; pero nunca en el sentido de innato.

Analicemos las ideas de tiempo, espacio, etc.

1º—El *tiempo* es la sucesión de las cosas ó de los fenómenos de la naturaleza, sucesión que implica cambios de cierta duración. La abstracción que hacemos al considerar como atributo común de las cosas que se suceden, la duración, es la idea de tiempo.

El tiempo está realmente en las cosas que se suceden, de suerte que si éstas no existiesen ó no hubiese estados durables, no habría tiempo. La idea de tiempo es, pues, experimental.

2º—El *espacio* es lo mismo que la extensión. El espacio limitado es la extensión de los cuer-

pos, es una propiedad real. La idea de espacio en general es la extensión indefinida. Esta idea es una abstracción, que procede de la experiencia.

3º— La idea de *sustancia* tampoco es innata: es experimental. Los metafísicos dan el nombre de sustancia á un *algo* que es invariable en los seres y que es el sujeto de las trasformaciones: ó más generalmente, sustancia es, según Balmes, un sér permanente no inherente á otro á manera de modificación. La voz sustancia viene de *sub-stare*, estar debajo.

Esta doctrina es consecuente con la idea metafísica de la existencia de seres inmateriales; pero es lo cierto, que sustancia y materia son una misma cosa, que se nos revela por los órganos de los sentidos. La filosofía positiva no considera en el átomo otra cosa que una porción de materia dotada de sus peculiares propiedades.

4º— La idea de *causa* no es innata. Se puede expresar bajo la forma de principio, diciendo, que todo consecuente procede de un antecedente ó que todo efecto tiene una causa; y

tanto los acontecimientos del mundo exterior como los del mundo interior nos dan idea de aquella relación.

5º—Por último, consideremos la idea de *fuerza*, que en realidad es bastante difícil de definir. En general podemos decir que teniendo idea de movimiento se tiene de fuerza; pero lo que importa saber es, que la fuerza no es una entidad diferente de la materia, sino que es una propiedad esencial é inseparable de ella. Quien dice materia dice fuerza, como quien dice cuerpo dice extenso.

Por un procedimiento de abstracción consideramos la fuerza separada de la materia, sólo para explicarnos mejor los estados de equilibrio y movimiento de los cuerpos en mecánica. Nada tiene, pues, esta idea de innata; pero sí, es esencialmente intuitiva.

4. La creencia.—El hombre tiene tendencia natural á creer; pero también tiende á creer con exceso. "Para cumplir su destino sobre la tierra, el hombre, dice Duhamel, tiene necesidad de creer firmemente en cosas que llamamos *conjeturales*, y por esto es que ha re-

cibido de la naturaleza una disposición instintiva invencible á creer en ciertas cosas fuera de sus impresiones y pensamientos."

Respecto á la tendencia instintiva de creer con exceso, exajerando más de lo justo nuestros conocimientos adquiridos por la observación, ó dando asenso á todo lo que se nos refiere, como los relatos de países maravillosos que no conocemos ó los de hechos extraordinarios de personages históricos, etc., debemos ser reservados para no caer en error, reprimir nuestros instintos de credulidad y atender, siempre que se pueda, á las indicaciones de la experiencia, que es la única garantía ó el sólo criterio de certeza.

5. Conocemos solamente lo que puede afectar á nuestra sensibilidad.—Todas nuestras sensaciones, externas ó internas, dependen del ejercicio de los órganos de los sentidos ó de la sensibilidad en general. En consecuencia, todos nuestros conocimientos tienen el mismo origen, sea inmediata ó mediatamente.

Acabamos de ver que no hay ideas ó cono-

cimientos innatos y aun suponiendo que los hubiese, no se desenvolverían sino mediante el ejercicio de la sensibilidad exitada por varios agentes.

Si el alcance de nuestros sentidos ó de nuestras facultades de sentir, fuera mayor de lo que es realmente, seguramente conoceríamos un mundo de cosas nuevas, que se nos ocultan: como formas, colores, olores, sonidos, etc., diferentes de los que conocemos. Es lo que debe suceder á algunos animales, como el perro, el águila, la liebre, en los cuales, respectivamente, el olfato, la vista y el oído son de más alcance que en nosotros.

LECCIÓN IV.

Principios.— Inducción, su fundamento.— Coexistencia.— Causalidad, composición de las causas.— Deducción, su fundamento; la deducción supone la uniformidad del curso de la naturaleza.

1. **Principios.**—Hay ciertos principios, llamados principios fundamentales ó axiomas de la lógica, á los que algunos autores han da-

do el nombre de leyes del pensamiento, aunque esta denominación no sea admitida por los de mejor nota. Estos principios son el de identidad, el de contradicción y el de exclusión del medio.

1º.—Principio de identidad.—Que A=A ó que una cosa es igual á sí misma, es lo que se llama *identidad;* pero como parezca infructuosa semejante afirmación, debe entenderse que esto significa, en último resultado, que un todo ó un conjunto es igual á la reunión de las partes ó elementos que lo constituyen. Cuando decimos que A, bajo cualquier nombre, es igual á A, quiere decir que A es igual á *bcd*, si *bcd* son los elementos de A.

Hay afirmaciones que aunque diferentes en la forma son sin embargo idénticas en el fondo, como expresiones de un mismo pensamiento. Por ejemplo, si decimos: la materia es pesada, la materia gravita, expresamos dos afirmaciones indénticas. Es el lenguaje el que hace la diferencia: el pensamiento es el mismo. A esta clase de afirmaciones idénticas se les ha llamado impropiamente *verdades*

necesarias. Pudiera llamárseles mejor aserciones idénticas ó equivalentes.

2º.—*El principio de contradicción* se enuncia así: es imposible que una cosa sea y no sea á un mismo tiempo. "Este papel es blanco y es negro al mismo tiempo:" esto es contradictorio; si el papel es blanco no puede ser negro al mismo tiempo, y viceversa. Cuando se afirma un hecho no se le puede negar al mismo tiempo, porque habría oposición con la ley de conformidad de las proposiciones consigo mismas.

Según la ley de relatividad, toda afirmación supone otra afirmación contraria, de suerte que, cuando decimos: Pedro es rico, por este solo hecho negamos que sea pobre. Si afirmásemos que es rico y á la vez pobre, nos pondríamos en verdadera contradicción.

Como algunos enuncian el principio, diciendo: que dos proposiciones contradictorias no pueden ser verdaderas, Stuart Mill dice que debería ser enunciado bajo una forma más simple, á saber: que una proposición no puede ser al mismo tiempo verdadera y falsa, y es-

to nos parece justo; pero no considera esta última fórmula como una proposición puramente verbal. "Me parece ser como los otros axiomas, una de las primeras y más familiares generalizaciones de la experiencia. Está fundada sobre este hecho, que la creencia y la no-creencia son dos estados del espíritu diferentes que se excluyen mútuamente. Es lo que nos enseña la más simple observación sobre nosotros mismos. Y si extendemos fuera la observación, encontramos también que la luz y la obscuridad, el ruido y el silencio, el movimiento y el reposo, la igualdad y la desigualdad, antes y después, sucesión y simultaneidad, todo fenómeno positivo y su negativo, son fenómenos distintos, contrastados de todo punto, y de los cuales, uno está siempre ausente cuando el otro está presente. Considero el principio en cuestión como una generalización de todos estos hechos."

3º— *El principio de exclusión del medio* se formula así: de dos cosas contradictorias una es verdadera y la otra es falsa. Este principio no puede adoptarse sino bajo reserva; es ver-

dadero en absoluto cuando se trata de dos proposiciones propiamente contradictorias (Véase Lección VI. 8.), por ejemplo: todo hombre es racional; algún hombre no es racional. Ningún hombre es vegetal; algún hombre es vegetal. Estas proposiciones son contradictorias; una será verdadera y la otra falsa.

Herbert Spencer, dice: que el principio de exclusión del medio es simplemente una generalización de la observación universal, que ciertos estados de conciencia son directamente destruídos por otros estados. Es la fórmula de esta ley constante: que la aparición de un modo positivo de conciencia, no puede tener lugar sino excluyendo un modo negativo correlativo, y recíprocamente; no siendo en realidad la antítesis de lo positivo y de lo negativo, más que la expresión de esta experiencia; de donde se sigue, que si la conciencia no existe en uno de estos dos modos, debe existir en el otro.

2. Inducción, su fundamento.—Hemos dicho que la inducción en su acepción más general (Lección III, 1.), es una forma de ra-

zonamiento ó un procedimiento mental, que consiste en inferir de lo conocido particular lo desconocido general, ó como dice Stuart Mill: la inducción es la generalización de la experiencia.

Por la inducción podemos asegurar, que lo que sucede una vez sucederá en circunstancias semejantes, y siempre que las mismas circunstancias se presenten; ó que lo que es verdadero en cierto tiempo y lugar, lo será igualmente bajo circunstancias semejantes, en todo tiempo y lugar. En cualquier caso, la inducción tiene por fundamento ó garantía el axioma ó verdad general, de que *el curso de la naturaleza es uniforme.* El génio de Newton descubrió la ley universal de la gravitación, por inducción. Vió, se dice, caer una manzana de un árbol y se preguntó la causa de este hecho, esto es, si de tal hecho podría sacarse una inferencia que pudiese señalar una condición antecedente invariable.

Pero aquí cabe un examen difícil. El axioma de *la uniformidad de la naturaleza,* es en sí mismo una gran inducción ó generalización y

como tal, debe fundarse en generalizaciones ó inducciones anteriores. Jamás se hubiera podido afirmar que los fenómenos están sujetos á leyes generales si no se hubiese adquirido previamente algún conocimiento de esas leyes, lo que no podía hacerse sino por inducción. ¿En qué sentido, pues, se pregunta Mill, debe considerarse el principio cómo la garantía de todas las otras inducciones? Se le debe considerar, como la mayor última de todas las inducciones que está con ellas en la misma relación que la mayor de un silogismo con la conclusión.

En todo caso, la ley de uniformidad no ha podido ser descubierta sino por la observación y la experiencia de los hechos particulares que la naturaleza presenta, ó el curso de sus fenómenos, en los cuales descubrimos cierta ley de uniformidad ó regularidad.

La uniformidad de la naturaleza consiste en varias uniformidades. "La regularidad general resulta de la coexistencia de regularidades parciales. El curso de la naturaleza en general es constante, porque lo es el curso de

sus diversos fenómenos. Un hecho tiene lugar invariablemente cuando ciertas circunstancias se presentan, y no tiene lugar cuando no se presentan; lo mismo sucede para otro hecho y así de todos. De todos estos hilos distintos, yendo de una parte á otra del gran todo que llamamos Naturaleza, se forma un tegido general que mantiene el todo. Si A es siempre acompañado de D, B de E y C de F, se sigue que AB es acompañado de DE, AC de DF, BC de EF, y en fin ABC de DEF; y de esta manera se establece este carácter general de regularidad que, al través de la diversidad infinita, reina en toda la naturaleza." (S. Mill).

De una vez fijemos el sentido de lo que se entiende por *leyes de la naturaleza.* Se llaman así las uniformidades reducidas por la inducción á su más simple expresión, por ejemplo: todos los cuerpos caen al mismo tiempo en el vacío; los volúmenes ocupados sucesivamente por un gas están en razón inversa de las presiones que sufre, etc. Aquí se observará que hay en cada ley una relación constante entre el fenómeno y la causa.

Las uniformidades de la naturaleza se dividen en dos categorías principales, á saber: uniformidades de coexistencia y uniformidades de sucesión ó de causalidad.

3. Coexistencia.—Las cosas que existen ó se presentan al mismo tiempo se dice que *coexisten*.

Dos ó más cosas que coexisten pueden ser independientes entre sí ó estar ligadas por la causalidad directa ó indirecta.

La coexistencia más importante es la de los atributos ó cualidades de un objeto. Cualidades diferentes pueden coexistir en un mismo objeto, como por ejemplo, la dureza, la brillantez, la trasparencia, etc., en el diamante. Otro ejemplo de coexistencia es la de la pesantez y la inercia en la materia (inercia en el sentido que se toma en mecánica), lo que constituye una ley universal.

La dificultad para establecer una ley general en los hechos de coexistencia, es saber si una cualidad en una especie ó individuo cualquiera está ó no comprendida en otra del mismo individuo, bajo la relación de causa á efecto.

Cuando se establece una ley de coexistencia, es porque una experiencia larga y dilatada en toda la extensión de la naturaleza observable la ha comprobado, sin hallar ninguna excepción.

4. Causalidad; composición de las causas.—La idea más general de *causa* se puede expresar así: todo consecuente supone un antecedente; ó todo acontecimiento es uniformemente precedido de otro acontecimiento.

La ley de causalidad supone que no hay principio absolutamente expontáneo y que los hechos se derivan unos de otros por enlace natural.

La causalidad puede considerarse bajo los puntos de vista práctico, científico y de conservación y equivalencia de las fuerzas.

La causa bajo el punto de vista *práctico*, es un acontecimiento que se escoge en un conjunto de condiciones y que parece ser prácticamente el punto esencial; se desechan las otras circunstancias ó condiciones. Aristóteles señaló diferentes especies de causas, que todavía señalan algunos filósofos modernos, á

saber: *causa eficiente* ó el agente que produce un efecto; *causa material*, la que sirve de materia; *causa formal*, la que sirve de forma; y *causa final*, la que mueve atrayendo al agente. "En la producción de un artefacto de carpintería, el carpintero es la causa eficiente; la madera, la material; la forma del artefacto, la formal; el dinero, la gloria, la comodidad, el cumplimiento del deber ú otro fin que haya movido al artífice á trabajar, es la causa final. Reflexionando sobre estas diferentes especies de causas, se nota que la verdadera idea de causalidad no se halla sino en la eficiente" (Balmes).

La causalidad *científica* comprende el conjunto de todas las circunstancias requeridas para la producción del efecto. No prescinde de ninguna como la práctica.

La más elevada expresión de la causalidad es la ley de la conservación de la energía ó de la fuerza, y la conversión de unas fuerzas en otras. Las fuerzas se revelan en las masas de los cuerpos, produciendo trabajo mecánico ó movimiento; y en las moléculas de los cuer-

pos, produciendo afinidades, calor, luz, electricidad y fuerza nerviosa. Veremos después que en esto hay trasformaciones de una misma causa.

La *composición de las causas* es una cosa análoga á lo que en mecánica se conoce con el nombre de composición de las fuerzas. Cuando diferentes fuerzas se asocian, producen un resultado ó efecto único, ya igual á la suma, ya igual á la diferencia de dichas fuerzas, según el sentido en que actúan sobre un punto material y el modo de asociarse. Este principio se aplica por analogía á las diferentes clases de causas.

Las causas como poderes motores pueden asociarse de diferentes maneras y su efecto puede ser calculado numéricamente. Esto es cierto en absoluto en cuanto á las fuerzas mecánicas y moleculares y menos seguro en cuanto á las biológicas. Respecto á las acciones químicas, no se puede preveer el resultado de las fuerzas que entran en combinación, aunque algo se ha descubierto ya en este sentido.

5. Duducción, su fundamento; la deducción supone la uniformidad del curso de la naturaleza.— Ya antes hemos dado una idea del razonamiento llamado *deducción* (Lección III, 1). El procedimiento consiste en inferir de un principio ó ley general, un principio ó ley particular. Sea por ejemplo, la ley general de Newton, de la tendencia de la materia hacia la materia en razón directa de las masas é inversa del cuadrado de las distancias. Pues bien, de esta generalización se deducen varios hechos particulares ó leyes más simples, que explican muchos fenómenos naturales: el descenso de los cuerpos, las revoluciones planetarias, los movimientos de los cometas, la precesión de los equinoxios, las mareas, etc., etc.

Se consideraba y se considera aun á la fecha por algunos lógicos, como fundamento de toda deducción, en último análisis, el principio de Aristóteles llamado *dictum de omni et nullo*, que dice: lo que se afirma (ó niega) de una clase, se puede afirmar (ó negar) de todo lo comprendido en esta clase. Refiriéndose á

este principio y después de un atento examen que de él hace, Stuart Mill dice: "quisiera saber qué es lo que se nos enseña, diciendo, que todo lo que puede ser afirmado de una clase puede ser afirmado de cada objeto contenido en esta clase! La clase no es otra cosa que los objetos que contiene; y el *dictum de omni* se reduce á esta proposición idéntica: que lo que es verdadero de ciertos objetos, es verdadero de cada uno de estos objetos. Si el razonamiento no fuera otra cosa que la aplicación de esta máxima á los casos particulares, el silogismo sería ciertamente, como se ha dicho muchas veces, una solemne futilidad. El *dictum de omni* corre parejas con esta otra verdad que, en su tiempo, tuvo grande importancia: *Todo lo que es, es*. Para dar un sentido real al *dictum de omni*, es necesario considerarle no como un axioma, sino como una definición; como la explicación por una circunlocución ó perífrasis, de la significación de la palabra *clase*.

La mayor parte de los filósofos con Stuart Mill dan por fundamento á la deducción los

siguientes axiomas: 1º *las cosas que coexisten con otra coexistencia entre sí*; 2º *una cosa que coexiste con otra, con la cual una tercera no coexiste, no es coexistente con esta tercera.*

El primer axioma es el principio de los silogismos afirmativos y el segundo el de los negativos.

En el curso de estas lecciones veremos que la base de todo procedimiento deductivo es una operación inductiva, directa ó indirecta, ó el establecimiento de una ley general por una observación ó experimentación previa. Por consiguiente, la deducción supone en su primer paso lo que sirve de base á la misma inducción, que es la uniformidad del curso de la naturaleza.

NOTA.—En la Lección II, párrafo 1, de esta parte, donde dice: vocabulario castellano, léase vocabulario humano.

LECCIÓN V.

El lenguaje.—La definición.—La clasificación.

1. **El lenguaje** lo mismo que la definición y la clasificación, es una de las principa-

les operaciones auxiliares del entendimiento. Sirve para recordar, para pensar y comunicar nuestros pensamientos. De suerte que es una necesidad conocer el significado de las palabras y la manera de emplearlas. No se podría emprender, dice Stuart Mill, el estudio de los métodos de filosofar sin su conocimiento (el del lenguaje). Quien tal hiciera sería como el que quisiese hacerse un astrónomo, sin haber jamás aprendido á acomodar la distancia focal de los instrumentos de óptica para la visión distinta.

Cada ciencia tiene su lenguaje propio; quien se dedique á un estudio cualquiera, debe conocer el significado y uso conveniente de los términos y signos que se emplean en el lenguaje; otro procedimiento sería absurdo, como el de querer aprender á leer sin conocer el alfabeto.

Siguiendo al lógico inglés ya citado, vamos á hacer una exposición general de las divisiones más importantes de los términos del lenguaje.

1ª—Todos los nombres son nombres de alguna cosa, real ó imaginaria. La primera di-

visión de los nombres es en generales y singulares ó individuales. Son *generales* los nombres que se aplican á un número indefinido de cosas, como *hombre,* que conviene á cada uno de los hombres en particular. Son *singulares* los nombres que se aplican á una sola cosa, como César, París, que son nombres propios. Un nombre general ó común puede ser singular si se aplica á una sola cosa, como, *esta* piedra, refiriéndose á una piedra determinada.

No debe confundirse el nombre general con el colectivo. Un colectivo, como por ejemplo, el cuartel número 1º es un nombre individual; pero si decimos: un cuartel, es á la vez general y colectivo.

2ª—La segunda división de los nombres es en concretos y abstractos. *Concreto* es el nombre de una cosa, como libro, hombre, mesa. *Abstracto* es el nombre de un atributo, sin referirnos á una cosa determinada, como blancura, humanidad, vejez.

Una observación debe hacerse: los adjetivos, como blanco, viejo, etc., no obstante designar atributos se consideran como nombres

concretos: el papel es blanco; esta expresión no significa que el papel es un color, sino que tiene un color; blanco es el nombre de toda cosa que tiene este color; blancura es el nombre del color exclusivamente.

Algunos filósofos, siguiendo á Locke, dan la denominación de *abstractos* á todos los nombres que son el resultado de la abstracción, es decir á los nombres generales, como la palabra hombre. Aquí hemos tomado la palabra abstracto en el sentido indicado.

3ª—Hay otra división importante de los nombres en connotativos y no-connotativos. Un nombre *no-connatativo* es el que significa sujeto solamente ó un atributo solamente, por ejemplo: Pedro, España, (sujeto solamente); blancura, virtud (atributo solamente).

Nombre *connotativo* es el que designa un sujeto é implica un atributo, ejemplo: blanco, largo, virtuoso y todos los adjetivos; hombre, árbol, etc. Virtuoso, por ejemplo, significa toda una clase de hombres que poseen el atributo virtud, y así de los demás.

Todos los nombres concretos generales son

connotativos. La palabra hombre designa á Pedro, Manuel, Santiago y á todos los individuos de una clase que poseen ciertos atributos, como la vida animal, la racionalidad y cierta forma llamada forma humana.

Los nombres abstractos, aunque nombres de atributos, en algunos casos pueden considerarse como connotativos, porque los atributos pueden tener atributos, y una palabra que denota atributos puede connotar el atributo de estos atributos. Tal es la palabra *defecto*, equivalente á *mala calidad.* Esta palabra es un nombre común á muchos atributos y connota lo *malo*, que es un atributo de estos diversos atributos.

Los nombres concretos que no son generales, si son propios no son connotativos, pues solamente significan un sujeto, que no implica atributos; si son simplemente individuales ó correspondientes á un sólo sujeto, los hay que son connatativos, por ejemplo: el primer emperador de Roma. Aquí el nombre implica necesariamente en una parte de su signifi-

cación, que no puede existir más que un sólo individuo que tenga el atributo enunciado.

De todo se deduce, que los únicos nombres que sin excepción nada connotan son los nombres propios, los cuales extrictamente hablando no tienen ninguna significación.

4ª—Otra división de los nombres es en *positivos y negativos: hombre* es positivo; *no-hombre* es negativo.

Algunos nombres positivos en la forma son muchas veces negativos en su significado; y otros, negativos en la forma, son realmente positivos. Como ejemplo de lo primero, tenemos la palabra *sobrio* que equivale á no ebrio; y como ejemplo de lo segundo, está la palabra *desagradable*, que no obstante su forma negativa, no significa solamente no-agradable, sino cierto grado, aunque el más débil, de lo que se expresa por la palabra *doloroso*, que ciertamente es positiva.

5ª—La quinta división de los nombres es en relativos y no-relativos. El nombre *relativo* supone siempre el no-relativo y van siempre juntos, por ejemplo: padre, hijo, causa,

efecto. Cuando se dice padre se supone otra persona que se llama hijo; si decimos causa, se supone otro acontecimiento que es el efecto. El segundo nombre se llama *correlativo* del primero.

"Dos nombres correlativos connotan en cierto sentido, la misma cosa. Ciertamente no connotan el mismo atributo, porque ser padre no es lo mismo que ser hijo; pero cuando llamamos á un hombre *padre*, y á otro *su hijo*, lo que entendemos afirmar es un grupo de hechos exactamente los mismos en los dos casos. Decir de A que es padre de B, y de B que es hijo de A, es decir la misma cosa en términos diferentes. Las dos proposiciones son absolutamente equivalentes; la una no afirma ni más ni menos que la otra. La paternidad de A y la filiación de B no son dos hechos, sino dos maneras de enunciar el mismo hecho. Este hecho analizado, consiste en una serie de fenómenos físicos, concernientes igualmente á A y á B, y de los cuales derivan sus nombres respectivos. Lo que en realidad es connotado por estos nombres es esta serie de

acontecimientos; esta es toda la significación que abarcan los dos. Esta serie de acontecimientos es lo que *constituye* la relación. Los escolásticos le llamaban el fundamento de la relación, *fundamentum relationis.*"

Se puede decir finalmente: que un nombre es relativo, cuando siendo el nombre de una cosa, su significación no puede ser explicada sino por la mención de otra cosa, que es el nombre correlativo.

6ª—Por último: la sexta división de los nombres es en unívocos y equívocos. *Unívocos* son los que no tienen más que un significado, como mujer. *Equívocos ó ambiguos* son los de doble sentido, ó que afirman en sentidos diferentes, como *cardenal*, que significa un prelado del Sacro Colegio ó una mancha amoratada de la piel, una equímosis. Un nombre equívoco no es en realidad un nombre único, sino dos nombres, coincidiendo accidentalmente por el sonido.

2. La definición.—La palabra *definición*, según su etimología, quiere decir *señalar los límites:* lo que indica que, entre otras condicio-

nes, al definir una palabra se debe circunscribir su significado de tal modo que no se pueda confundir con los de otras palabras.

La idea más simple y más exacta que se puede dar de lo que se entiende por definición es la siguiente: una proposición que explica el significado de una palabra.

De aquí resulta que las palabras sin significación no pueden ser definidas, tales son los nombres propios, como Pompeyo, Roma, el Sena. Estos nombres son como una simple marca puesta á un individuo ú objeto, que sirve para indicarlo ó señalarlo, pero no para definirlo. Son, como se ha dicho, nombres no-connotativos, que nada significan.

La definición de un nombre connotativo es la proposición que declara su connotación ó que enuncia los atributos que le corresponden. Una definicion exacta y completa de la palabra hombre es la siguiente: hombre es un ser corporal, organizado, dotado de vida, de razón y que posee ciertas formas: pero como quiera que esta definición es demasiado larga y técnica, hay que reducir el número de atributos á

un corto número, de los cuales cada uno connote colectivamente otros atributos de la misma cosa. Diremos, pues: hombre es un animal racional, de tal forma, (se indica la forma).

De esta manera, la definición es la suma total de las proposiciones esenciales que pueden formarse con el nombre tomado por sujeto. Por eso Condillac y otros lógicos han dicho, que la definición es un *análisis*, porque en efecto, esta operación es la que se hace cuando se reemplaza una palabra que connota un agregado de atributos colectivamente, por dos ó más palabras que connoten estos mismos atributos individualmente en grupos separados.

Todo nombre concreto ó abstracto es suceptible de definición, siempre que se pueda analizar ó descomponer en muchas partes el atributo ó grupo de atributos que constituyen la significación de dichos nombres. Si se trata de un sólo atributo se puede descomponer en las partes que forman el fenómeno ó hecho externo ó interno que es su fundamento. *Blancura*, por ejemplo, se puede decir que es la *propiedad* de exitar la sensación de blanco;

un objeto blanco es un *objeto* que exita la sensación de blanco. Decimos sensación de blanco, porque no se puede decir otra cosa. Si se quiere definir lo que es la *sensación* de *blanco*, es imposible hacerlo, por ser este fenómeno un sentimiento ó estado de conciencia simple en sí mismo. Para dar una idea de tal sensación es preciso recurrir á una experiencia personal. Sucede con estos estados de conciencia lo que con los nombres propios, que son indefinibles, con la diferencia de que tales estados tienen una significación de que carecen los nombres propios.

Se ha considerado, que para llenar el objeto de una definición no es preciso que se expresen todos los hechos ó atributos implicados en el significado de la palabra, sino que basta con que sea un indicio fiel de lo que el término expresa, aunque no abrace la totalidad, ni aun una parte, en ciertos casos, de lo que dicho término connota. Se trata solamente de impedir que un término se emplee de una manera contraria al uso y á la convención. De aquí han resultado dos especies de difiniciones

imperfectas y no científicas, que son: las definiciones *esenciales*, que son incompletas, y las definiciones *accidentales* ó descripciones. En las primeras el nombre connotativo queda definido por una parte solamente de su connotación; en las segundas, por algo que no hace parte, del todo, de su connotación.

Un ejemplo de definición esencial es este: el hombre es un animal racional. Esta definición, según lo dicho antes, bastaría para conocer y distinguir de otros seres á todos los seres actualmente conocidos bajo la denominación de hombre; pero es incompleta, por carecer del atributo de lo que llamamos *forma humana*. La definición caería por tierra, si llegara á descubrirse en el centro del Africa, por ejemplo, una raza de animales que poseyesen la razón como los seres humanos, pero que tuviesen la forma de un elefante; tendríamos que llamarlos hombres, no obstante carecer de la forma y demás cualidades corporales que caracterizan á la especie humana. Hombres deberíamos llamar también á los Houyhnhnms descritos en los viajes de Gulliver.

Como no existen tal raza ni tales houyhnhnms, la definición viene á ser como una definición completa; pero en rigor lógico es preciso tener presente, que las definiciones llamadas esenciales están expuestas á perder su valor por el descubrimiento de nuevos objetos en la naturaleza.

Precisamente para esta clase de definiciones se había establecido la regla de que la definición debe constar de género próximo y última diferencia; pero esta regla no es sostenible por no ser siempre aplicable. Palabras hay en que, no obstante ser definibles, no entra en su definición género próximo, sino el género más alto (*summum genus*), que no tiene superior. Así, si definimos á Dios por uno de sus atributos, metafísicamente, diciendo que es El Ser necesario, el genero *ser* de la definición no es próximo sino el último ó superior.

Pongamos ahora ejemplos de las definiciones llamadas descriptivas ó descripciones: El hombre es un animal mamífero, bimano; el hombre es un animal que cuece sus alimentos; el hombre es un bípedo sin plumas, etc., etc.

Aunque estas proposiciones (algunas raras por cierto), conciernen á la especie humana y nada más que á ella, no pueden considerarse como definiciones, porque no dan toda la información necesaria de los atributos que connota la palabra hombre. El servir una proposición para no confundir una cosa con otras, no es definición en el verdadero sentido de la palabra.

Una simple descripción, puede, sin embargo, ser realmente una definición legítima y completa, si se la emplea con objeto de dar á un nombre una connotación especial en relación con la ciencia ó arte á que se refiere. De este modo, Cuvier en su clasificación de los animales define al hombre: un animal mamífero, bimano. Esta es una definición científica, lo mismo que otras que se dan de términos propios de una ciencia. Vienen bien en una clasificación científica; pero como estas clasificaciones están expuestas á cambiar continuamente por los progresos de la ciencia, lo mismo les acontece á tales definiciones *ad hoc*.

Hay una división general de las definiciones,

conforme á una doctrina antigua, aun no abandonada, en definiciones nominales ó de nombre y definiciones reales ó de cosa. Una definición *de nombre* es la que explica el significado de una palabra; una definición *de cosa* es la que explica la naturaleza de una cosa. Pero una definición nunca tiene por objeto explicar y desarrollar la naturaleza de una cosa. Todas las definiciones son definiciones de nombres y exclusivamente de nombres. Lo que hay es, que en tanto que algunas definiciones no son expresamente más que la explicación del sentido de una palabra, otras, además de explicar el sentido de la palabra, indican que existe una cosa correspondiente á la palabra, por ejemplo: un centauro es un animal que tiene la parte superior del cuerpo de hombre y las partes inferiores de caballo; un triángulo es una figura rectilínea de tres lados. He aquí dos definiciones de dos nombres, *centauro y triángulo*, ambas nominales. La primera no indica que exista cosa alguna correspondiente al término centauro, porque se sabe que la existencia de este animal es fabulosa, sólo ex-

plica el significado de una palabra; la segunda, además de dar el significado de la palabra, implica que existe algo que se llama triángulo.

Para terminar estas nociones sobre la definición, apuntarémos las siguientes reglas relativas á una buena definición:

1ª—La definición de una palabra no debe ser, ni muy extensa ni muy corta.

2ª—La definición debe ser *más clara* que la palabra definida.

3ª—Lo definido no debe entrar en la definición.

4ª—La definición debe expresarse con palabras *convenientes y apropiadas.*

5ª—Cuando la definición implique la existencia de una cosa correspondiente á la palabra definida, la certeza de esta existencia debe ser *intuitiva.*

3. La clasificación.—*Clasificar* es distribuir varios objetos ó cosas, según sus analogías, en grupos diversos. De este modo se pueden formar grupos subordinados unos á otros, hasta llegar á la agrupación denominada especie. Así se forman en historia natu-

ral, por ejemplo, los tipos, clases, órdenes, tribus, familias géneros y especies. Tal es el orden de la clasificación de los animales establecida por Cuvier y el de la de los vegetales por Jusieu.

Esta operación de clasificar tiene por objeto facilitar el estudio de las cosas que se clasifican.

Las agrupaciones no existen en la naturaleza; pero sí existen realmente, entre los seres, caracteres semejantes ó comunes para establecer aquellas agrupaciones por medio de la abstracción.

Tomemos de la geometría un ejemplo sencillo de clasificación. Sea la figura plana rectilínea llamada cuadrilátero, considerado como género.

Los cuadriláteros se dividen en dos especies, á saber: cuadriláteros *regulares ó paralelógramos* y cuadriláteros *irregulares.*

La primera especie (paralelógramos) se divide en dos sub-especies que son: paralelógramos *de ángulos rectos* (cuadrado y rectángulo),

y paralelógramos *de ángulos oblícuos* (rombo y romboide).

La segunda especie (cuadriláteros irregulares) se divide también en dos sub-especies: los que tienen dos lados paralelos (trapecio) y los que no tienen lados paralelos (trapezoide). Cada una de estas sub-especies, lo mismo que las anteriores, compuestas de individualidades que poseen los mismos caracteres, ya no son susceptibles de división.

LECCIÓN VI.

Proposición, su definición; sujeto, predicado y cópula. —Calidad de las proposiciones.—Cantidad de las proposiciones.—Proposiciones distributivas y colectivas.—Reglas sobre la extensión del sujeto y del predicado.—Proposiciones simples y compuestas.—Conversión de las proposiciones.—Oposición de las proposiciones.

1. Proposición, su definición; sujeto, predicado y cópula.—*Proposición* es un juicio expresado con palabras; y como en todo juicio existe la relación de lo que se afirma ó niega con aquello de lo cual se afirma ó se niega, lo mismo ocurre en la proposición.

Aquello de que afirmamos ó negamos algo se llama *sujeto;* lo que afirmamos ó negamos se llama *predicado;* y lo que establece la relación entre ambos términos se denomina *cópula,* que es el verbo *ser* expreso ó sobrentendido. *El sol es brillante,* es una proposición en que la palabra *sol* es el sujeto, *brillante* el predicado y *es* la cópula. Cuando el verbo *ser* no se encuentra expreso se subentiende, por ejemplo: Franklin descubrió el pararrayo; equivale á Franklin *fué* el descubridor del pararrayo. Amo, equivale á yo soy amante; ella me ama, á yo soy amado por ella. De este modo, todos los verbos son resolubles por medio del verbo ser y un adjetivo ó un participio.

2. Calidad de las proposiciones.— Por razón de la cópula, *es, no es,* las proposiciones se dividen en afirmativas y negativas. *Afirmativas,* cuando un predicado se atribuye á un sujeto, como: la medicina es una ciencia benéfica. *Negativas,* cuando un predicado no se atribuye á un sujeto: la riqueza no es la felicidad. El ser las proposiciones afirmativas ó negativas se llama su *calidad.*

3. Cantidad de las proposiciones.— Por razón del sujeto las proposiciones pueden ser universales, particulares, indefinidas y singulares, según la extensión ó grado de generalidad con que se tome el sujeto. Esto es lo que se llama *cantidad* de las proposiciones.

Ejemplos:

Universal: Todo vegetal se nutre.

Particular: Algunos vegetales son acuáticos.

Indefinida: Los españoles son valientes.

Singular: Bolívar fué un génio.

Todas estas proposiciones pueden hacerse negativas, sin perder su carácter de cantidad.

En las proposiciones singulares no es preciso que el sujeto sea un nombre propio: el Fundador del positivismo fué calumniado; equivale á decir: Agusto Comte fué calumniado; esta moneda es falsa, refiriéndonos á una moneda determinada, es también una particular.

4. Proposiciones distributivas y colectivas.— También se han dividido las proposiciones en distributivas y colectivas. Una proposición es *distributiva*, cuando el predicado conviene á cada uno de los individuos del

sugeto, por ejemplo: todos los animales están dotados de sensibilidad. Esta proposición es universal y es distributiva porque el atributo *sensibilidad* conviene á cada animal en particular.

Una proposición es *colectiva*, cuando el predicado conviene á todos los individuos del sugeto juntos, y no á uno en particular, v. g: los números dígitos son nueve; se entiende que un número dígito no es nueve sino todos juntos; pero como lo hace notar Balmes, las proposiciones colectivas no pueden reducirse á las universales, sino que las hay particulares, indefinidas y singulares.

5. Reglas sobre la extensión del sugeto y del predicado.—En cuanto á la extensión con que se toma el sugeto en las proposiciones, sólo hay dificultad respecto á las indefinidas. Balmes establece para estas proposiciones las siguientes reglas:

1ª—En materias pertenecientes á la esencia de las cosas ó á sus propiedades necesarias, la proposición indefinida equivale á la universal: los diámetros de un círculo son iguales; es co-

mo decir: todos los diámetros de un círculo son iguales.

2ª—Cuando no se trata de la esencia de las cosas ni de sus leyes necesarias, la universalidad es moral, esto es, comprende la mayor parte de las cosas. Ejemplo: los ingleses son reservados; se entiende que no todos los ingleses son reservados, sino que esto es carácter de la mayor parte de los individuos de Inglaterra.

Respecto á la extensión del predicado he aquí las reglas (Balmes):

1ª—En toda proposición afirmativa el predicado supone particularmente, es decir, se toma en sentido particular, v. g: todo hombre es racional; aquí se entiende que cada hombre no es todos los racionales, sino algún racional, de suerte que el predicado racional se toma particularmente.

2ª—En toda proposición negativa el predicado supone universalmente, es decir, se toma en sentido universal: ningún metal es viviente; aquí del metal se niega no sólo éste ó aquél

viviente sino todos y de todas las clases de vivientes.

3ª—En las proposiciones afirmativas el predicado se aplica al sujeto en toda su comprensión (connotación). Ejemplo: el hombre es animal; en esta proposición se afirman del sugeto hombre todas las propiedades connotadas por el término animal.

4ª—En las proposiciones negativas el predicado no se niega del sugeto en toda su comprensión (connotación). Ejemplo: la planta no es metal; aquí se niega de la planta todo metal; pero no se niegan de ella las otras propiedades que connota el término metal, como ser cuerpo, ser pesado, etc.

6. Proposiciones simples y compuestas.—Las proposiciones en que un sólo predicado es afirmado ó negado de un sólo sugeto se llaman *simples*; y aquellos en que hay más de un sugeto, ó más de un predicado, ó muchos sugetos y muchos predicados á la vez, se llaman *compuestas ó complejas.* Estas se dividen comunmente en copulativas, disyuntivas y condicionales.

Las *copulativas*, son aquellas que expresan el enlace de varias afirmaciones ó negaciones, por ejemplo:

Herschell y Laplace fueron matemáticos y físicos. Esta es una proposición compleja, pues lo que expresa no consiste en una sola aserción sino en varias aserciones, que siendo verdaderas en conjunto lo son separadamente, y se descompone en las cuatro simples siguientes:

Herschell fué matemático.

Herschell fué físico.

Laplace fué matemático.

Laplace fué físico.

La verdad de esta clase de proposiciones consiste en la verdad de las simples en que se descomponen.

Las proposiciones *disyuntivas*, son aquellas en que se afirma uno de varios extremos, por ejemplo: el azufre, ó es cuerpo simple ó es cuerpo compuesto. Esta proposición es verdadera porque no se puede señalar medio entre los términos de la disyunción; pero si decimos: Pedro es católico ó protestante, sin sa-

ber á ciencia cierta si es una ú otra cosa, la proposición podrá ser falsa, porque Pedro podrá pertenecer á otra secta religiosa. Así, en las proposiciones disyuntivas no debe haber medio entre los términos de la disyunción. Estas proposiciones no pueden llamarse compuestas, pues sólo expresan un juicio simple. La proposición relativa al azufre, equivale á decir: el azufre pertenece á una de las clases de cuerpos mencionados.

Las proposiciones *condicionales*, son aquellas en que se afirma ó niega una cosa bajo la condición de otra. Ejemplo: si un gas se comprime disminuye de volumen. Aquí se afirma la relación que existe entre la disminución de volumen de un gas y la compresión que soporta. Se ve, que las proposiciones condicionales son simples y que impropiamente se les llama compuestas. Su regla es, que puesto el antecedente ó la condición, se siga el consecuente ó lo condicional.

Antiguamente se daba el nombre de proposiciones *hipotéticas* á las disyuntivas y condicionales, y el de *categóricas* á las que no depen-

den de una condición Y como según la observación del arzobispo Whately, la forma disyuntiva se reduce á la condicional, las palabras *hipotética y condicional* aplicadas á las proposiciones son sinónimas.

7. Conversión de las proposiciones. —*Convertir* una proposición es poner el sugeto en el lugar del predicado y el predicado en el lugar del sugeto.

De las tres conversiones, simple, por accidente y por contraposición, señaladas en los tratados de lógica, solamente tienen importancia las dos primeras. En la *conversión simple* en nada se alteran los términos, sino es el lugar; en la *conversión por accidente* se cambia la cantidad de los términos; y en la *por contraposición* se les toma en sentido negativo.

En toda conversión de proposiciones se trata que las convertidas sean tan legítimas como las primitivas. Para indicar estas conversiones se ha discurrido señalar la cantidad de las proposiciones por letras, designando la universal afirmativa por A, la universal negativa por E, la particular afirmativa por I y la particu-

lar negativa por O. De donde han resultado tres expresiones, E–I, E–A, y O–A, que indican las tres clases de conversiones. La primera significa: que la universal negativa y la particular afirmativa se convierten simplemente; la segunda, que la universal negativa y la universal afirmativa se convierten por accidente (*per accidens*); y la tercera, que la particular negativa y la universal afirmativa se convierten por contraposición.

Ejemplos:

E, conversión simple. Ningún vegetal es mineral; ningún mineral es vegetal.

I, conversión simple. Algún mineral es cobre; algún cobre es mineral.

E, por accidente. Ningún animal es vegetal; algún vegetal no es animal.

A, por accidènte. Todo mineral es cuerpo; algún cuerpo es mineral.

Todas estas conversiones son legítimas.

O, por contraposición. Algún cuerpo no es mineral; algún no mineral es cuerpo.

A, por contraposición. Todo cuerpo es pesado; algún no pesado es no cuerpo.

Estas últimas conversiones son legítimas; pero extrañas y sin uso.

8. Oposición de las proposiciones.—La oposición de las proposiciones consiste, en que teniendo los mismos sugetos y predicados con igual ó diferente cantidad ó extensión, la una sea afirmativa y la otra negativa. Hay varias especies de oposición. A y E son contrarias; A y O son contradictorias; E é I son también contradictorias; I y O son subcontrarias; I subalterna de A; y O subalterna de E. De todas estas oposiciones la verdadera ó rigurosa es la de las contradictorias: todo hombre es racional; algún hombre no es racional. Hay aquí verdadera contradicción.

LECCIÓN VII.

El silogismo, su fundamento.—Proposiciones y términos de un silogismo.—División de los silogismos y reglas del silogismo simple.—Figuras y modos del silogismo.—Otras especies de argumentación.—De lo falso se puede algunas veces deducir lo verdadero.

1. El silogismo, su fundamento.—El silogismo se ha considerado como la forma

más completa del razonamiento deductivo. En otro tiempo ha tenido gran valor, como la principal forma de argumentación. Se han guardado con gran respeto todas las reglas aristotélicas, y, así, es de costumbre consignarlas en los tratados de lógica; pero á la fecha, sin dejar de conocer la importancia del silogismo, más se ocupa la filosofía de los métodos de demostración y de investigación inductiva para llegar á la evidencia de la verdad ó falsedad de un razonamiento, que de aquella forma de argumentación, que tanto tiene de artificial.

En la lección pasada indicamos cuales son los axiomas que sirven de fundamento al silogismo. También se puede decir, que el principio fundamental del silogismo es: que las cosas idénticas á una tercera son idénticas entre sí. (*Quæ sunt eadem uni tertio sunt idem inter se*). Este principio es equivalente á los axiomas antes mencionados.

2. Proposiciones y términos de un silogismo.—Un silogismo legítimo se compone de tres proposiciones solamente: dos que for-

man la prueba y se llaman *premisas* y otro que es lo que se va á probar y se llama *conclusión*. Hay también en todo silogismo tres términos y no más, que son: el sugeto y el predicado de la conclusión y otro llamado *medio término*, que debe hallarse en cada una de las premisas. El predicado de la conclusión es el *término mayor*, y el sugeto de la conclusión es el *término menor* del silogismo. La premisa que contiene el término mayor y el medio se llama *premisa mayor* y la que contiene el término menor y el medio, *premisa menor*. Ejemplo:

1º Todo hombre es mortal.

2º Antonio es hombre.

3º Antonio es mortal.

En este silogismo, las dos primeras proposiciones son las premisas y la tercera es la conclusión. El término *mortal*, que es predicado en la conclusión, es el término mayor, que entra en la premisa mayor; el término *Antonio*, que es sugeto en la conclusión, es el término menor, que entra en la premisa menor; y el término *hombre*, que entra en las dos premisas, es el término medio, con el cual se comparan los dos extremos mortal y Antonio.

3 División de los silogismos y reglas de los silogismos simples.—Se hace una división de los silogismos en *simples y compuestos*, según que están compuestos de proposiciones simples solamente ó de proposiciones compuestas. Nos ocuparemos de los simples.

Todas las reglas del silogismo simple se pueden reducir á una sola regla: "la comparación de los mismos extremos con un mismo medio" (Balmes); pero los dialécticos han establecido las ocho reglas siguientes que están expresadas en los conocidos y antiguos versos: "Términus esto triplex, etc ... "

1ª Todo silogismo debe constar de tres términos solamente: mayor, menor y medio.

2ª Los términos no deben tomarse con mayor extensión en la conclusión que en las premisas.

3ª El medio término se debe tomar distributivamente en una de las premisas, cuando no sea singular.

4ª El medio término no debe entrar en la conclusión.

5ª De dos proposiciones afirmativas, no se puede inferir una negativa.

6ª La conclusión debe seguir la parte más débil, es decir, que si una de las premisas es particular ó negativa, la conclusión debe ser particular ó negativa.

7ª De dos proposiciones negativas no se sigue nada.

8ª De dos particulares no se sigue nada.

En algunos tratados aparecen tres reglas llamadas de Hamilton; pero estas reglas se reducen á las anteriores.

4. Figuras y modos del silogismo.—Según la posición del medio término en las premisás, resultan cuatro figuras de silogismo. En la primera figura el medio término es sugeto en la mayor y predicado en la menor; en la segunda, es predicado en ambas; en la tercera, es sugeto en ambas; y en la cuarta, es predicado en la mayor y sugeto en la menor. Se expresaba antes esto por la fórmula: *prima, sub præ; secunda, præ præ; tertia, sub sub; quarta, præ sub.* No se reconocen ahora más que tres figuras, haciéndose entrar la cuarta en la primera.

Cada figura se divide en varios modos, según la cantidad y calidad de las proposiciones combinadas.

Designando por C el término mayor, por D el menor y por B el medio, y teniendo presente que por A, E, I, O, se designa la cantidad de las proposiciones (Lección VI, 7), se pueden combinar las proposiciones de tres en tres y obtener así 19 modos legítimos de silogismo, es decir, en los cuales la conclusión siga rigurosamente á las premisas.

He aquí dichos modos:

Primera figura:

A–Todo B es C.	E–Ningún B es C.	A–Todo B es C.
A–Todo D es B.	A–Todo D es B.	I–Algún D es B.
A–Todo D es C.	E–Ningún D es C.	I–Algún D es C.

E–Ningún B es C.
I–Algún D es B.
O–Algún D no es C.

Segunda figura.

E–Ningún C es B.	A–Todo C es B.	E–Ningún C es B.
A–Todo D es B.	E–Ningún D es B.	I–Algún D es B.
E–Ningún D es C.	E–Ningún D es C.	O–Algún D no es C.

A–Todo C es B.
O–Algún D no es B.
O–Algún D no es C.

Tercera figura.

A–Todo B es C.	E–Ningún B es C.	I–Algún B es C.
A–Todo B es D.	A–Todo B es D.	A–Todo B es D.
I–Algún D es C.	O–Algún D no es C.	I–Algún D es C.

A–Todo B es C.	O–Algún B no es C.	E–Ningún B es C.
I–Algún B es D.	A–Todo B es D.	I–Algún B es D.
I–Algún D es C.	O–Algún D no es C.	O–Algún D no es C.

Cuarta figura:

A–Todo C es B.	A–Todo C es B.	I–Algún C es B.
A–Todo B es D.	E–Ningún B es D.	A–Todo B es D.
I–Algún D es C.	O–Algún D no es C.	I–Algún D es C.

E–Ningún C es B.	E–Ningún C es B.
A–Todo B es D.	I–Algún B es D.
O–Algún D no es C.	O–Algún D no es C.

Se notará que en estos modelos no entran las proposiciones singulares y es porque su predicado es afirmado ó negado de todo el su-

geto, como en una proposición universal, entre las cuales se las puede colocar. Ejemplo:

Todos los hombres son racionales.
Todos los americanos son hombres.
Todos los americanos son racionales.

Todos los hombres son racionales.
Pedro es hombre.
Pedro es racional.

Ambos silogismos son absolutamente semejantes, perteneciendo los dos al primer modo de la primera figura.

5. Otras especies de argumentación. — Se usaban en las escuelas otras especies de argumentación, denominadas entimema, epikerema, dilema, sorites, etc.

Entimema, es un silogismo en que se calla una de las premisas, porque se la sobreentiende, por ejemplo: todo cuerpo es pesado; luego el hierro es pesado. Conocido es el famoso entimema de Descartes: *Cogito ergo sum.*

Epikerema es un silogismo cuyas premisas van acompañadas de pruebas.

Dilema es una argumentación que consta de una proposición disyuntiva, y de dos condicio-

nales. En un dilema, para que sea legítimo, no debe haber medio entre los términos de la disyunción; y las condicionales deben ser verdaderas (Balmes).

6. De lo falso se puede algunas veces deducir lo verdadero.—No es imposible, dice Duhamel, llegar por una deducción exacta á una proposición verdadera, partiendo de relaciones falsas, es decir, contrarias á la naturaleza de las cosas.

Esta importante nota no había escapado á la sagacidad de Aristóteles. En el libro II de sus *Primeras analíticas*, dice: *Se puede sacar la verdad de proposiciones falsas, siendo ambas falsas ó una de ellas solamente;* y lo prueba con diversos ejemplos. Creemos que no debemos omitir citar textualmente algunos, por caprichosa que sea la forma.

He aquí, desde luego, uno en que las dos premisas son falsas y la conclusión verdadera:

Todo hombre es piedra,
Toda piedra es animal,
Luego todo hombre es animal.

He aquí otro del mismo caso:

Toda piedra es animal,
Ningún caballo es animal,
Luego ningún caballo es piedra.

En fin, he aquí un tercer ejemplo en que una solamente de las dos premisas es falsa y la conclusión verdadera.

Todo caballo es animal,
Ningún hombre es animal,
Luego ningún hombre es caballo.

De aquí concluyó naturalmente Aristóteles, que la verdad absoluta de una proposición bien deducida no prueba la verdad de las premisas.

A los ejemplos de Aristóteles se podría agregar una multitud de otros sacados de las matemáticas.... Se reconocerá, que partiendo de un principio falso se puede llegar á un resultado exacto, sea porque este principio es una mezcla de verdadero y de falso, sea que las aplicaciones repetidas que se han hecho en la serie de deducciones hayan introducido errores que se hayan compensado y destruído unos por otros (se hace referencia á los métodos matemáticos).

Podemos, pues, considerar como establecidas las dos proposiciones siguientes:

1ª Si partiendo de ciertas relaciones admitidas, se llega por razonamientos exactos á una relación vardadera, no se puede concluir que las primeras lo sean.

Porque no es imposible deducir relaciones verdaderas de relaciones falsas.

2ª Si partiendo de ciertas relaciones, se llega por razonamientos exactos á una relación falsa, las primeras no son todas verdaderas.

Porque si ellas lo fuesen, no se habría podido deducir más que relaciones verdaderas.

LECCIÓN VIII.

Valor lógico del silogismo.—Ciencias deductivas ó demostrativas.—Axiomas; examen de las verdades necesarias.

1. **Valor lógico del silogismo.**—Es una cuestión muy agitada entre los pensadores, la de saber cuáles son las funciones y valor lógico del silogismo.

Unos afirman, con muy buenas razones, que

en el silogismo hay una petición de principio ó círculo vicioso (dar por supuesto lo mismo que se ha de probar), y que en consecuencia es inútil la doctrina silogística. Otros dicen, que el silogismo es un verdadero procedimiento de inferencia y de probación.

He aquí cómo razonan los primeros. Un silogismo es vicioso si en la conclusión hay algo más que lo que está contenido en las premisas; de suerte que nunca se ha probado por el silogismo ninguna cosa que no fuese conocida ó supuesta de antemano. Hay entonces un *petitio principi*. Si decimos: todos los hombres son mortales; Pedro es hombre; luego, Pedro es mortal; la proposición, Pedro es mortal, se presupone en la proposición general: todos los hombres son mortales. Si es dudoso que Pedro es mortal, la proposición general es incierta. No puede, pues, admitirse el principio como prueba del caso particular, mientras quede alguna duda sobre uno de los casos que comprende. En conclusión, dicen: que ningún razonamiento de lo general á lo particular puede, como tal, probar nada, pues

que de un principio general no se pueden inferir otros hechos particulares, que aquellos que el principio mismo supone.

Los adversarios sin dejar de conocer la fuerza de estas razones, insisten en considerar el silogismo como un procedimiento de inferencia y de probación y dicen: en el silogismo precedente, es evidente, que la conclusión, Pedro es mortal, puede presentarse como una verdad nueva; y muchas verdades ó hechos nuevos que no han sido observados directamente se adquieren por el razonamiento. Creemos que Pedro es mortal; esto no lo sabríamos por la observación directa sino cuando hubiese muerto. Si se nos pregunta, cómo ahora lo afirmamos, responderemos probablemente: porque todos los hombres son mortales. Aquí, pues, se adquiere el conocimiento de una verdad susceptible aún de observación por un razonamiento.

Para resolver la cuestión, Stuart Mille emite una opinión que en pocas palabras, es la siguiente: la conclusión, Pedro es mortal, es una inferencia, pero no de la proposición ge-

neral, todos los hombres son mortales, sino de casos particulares. Esta última proposición general, como todas las verdades generales, es una inducción, que proviene de la observación de los casos particulares. De los hechos observados se concluye, que lo que es verdadero en estos casos lo es también en todos los casos semejantes, pasados, presentes y futuros, cualquiera que sea su número. Tenemos, pues, en la proposición general, bajo una forma concisa y única, el resultado de multitud de observaciones ó inferencias, de donde se pueden sacar innumerables conclusiones en los casos nuevos. Así, para inferir que Pedro es mortal, nos basta observar que es semejante á Juan, Santiago y á otros individuos que han muerto; inferimos de casos particulares. En seguida, se establece la inferencia general, todos los hombres son mortales. Lo que hay que hacer después, para los casos nuevos, es consultar esta inferencia general, que es una especie de *registro* ó de *memorandum* que engloba todos los casos.

Que se infiere de particular á particular, sin

pasar por lo general, es un hecho, y casi todas nuestras inferencias primitivas son de esta naturaleza. El niño que una vez se ha quemado el dedo por introducirlo en la llama de una vela, no vuelve á hacerlo porque teme ser quemado otra vez; ha inferido de un caso particular para los otros casos, sin que haya pensado en el principio general, *el fuego quema.* Del mismo modo razonan los animales. El niño quemado teme el fuego; pero el perro quemado lo teme también, y no hay razón para atribuir á las bestias la facultad de generalizar; son guiadas por la esperiencia, como los hombres.

Siendo, pues, las proposiciones generales, simples registros de inferencias ya efectuadas, y de cortas fórmulas para hacer otras, la premisa mayor de un silogismo es una fórmula de este género y la conclusión es una inferencia, no sacada de la fórmula, sino hecha conforme á la fórmula. Si decimos: todos los hombres son mortales, indica esto que hemos tenido una experiencia de que los atributos connotados por la palabra hombre son una

marca de la mortalidad. Pero cuando concluímos, que Pedro es mortal, no inferimos esta proposición del registro ó memorándum, sino de la primera experiencia. Todo lo que inferimos del memorándum es nuestra ciencia anterior (ó la de aquellos que nos han trasmitido la proposición) respecto á conclusiones que esta primera experiencia podrá garantizar. Resulta, por último, que si en la forma silogística el razonamiento reside en la operación de la generalización, esta forma es sin embargo una seguridad colateral indispensable para garantizar la exactitud de la generalización misma, y que el silogismo no se debe considerar como una argumentación sin utilidad.

2. Ciencias deductivas ó demostrativas.— Acabamos de ver que la premisa mayor de un silogismo es una inducción ó fórmula general, que comprende varios hechos ó casos particulares observados ó comprobados por la experiencia. La premisa menor afirma siempre una semejanza entre un caso nuevo y los ya conocidos. Si la semejanza que esta premisa afirma es de una evidencia inme-

diata ó fácilmente reconocible por una observación directa, no hay necesidad de encadenar razonamientos para sacar la conclusión, por ejemplo: todos los tigres son carniceros; el animal que tengo á la vista es un tigre, luego es carnicero. Aquí la menor es de toda evidencia, y si la mayor es verdadera ó está bien formulada, la conclusión se saca inmediatamente, porque tan pronto como se la aparea á la fórmula se la encuentra comprendida en ella.

Si todos los casos fueran como éste, de tal simplicidad, no habría ciencias *deductivas ó demostrativas;* pero sucede que la menor no es siempre evidente ó no puede ser observada directamente, y entonces es preciso establecer una cadena de razonamientos ó inducciones. Pongamos un ejemplo: toda sal de mercurio es venenosa; la sustancia que tengo á la vista es una sal de mercurio, luego es venenosa. No es de una evidencia inmediata ó intuitiva que la sal que tengo á la vista sea mercurial; esto no puede saberse sino por una inferencia que sea la conclusión de otro razonamiento; es

preciso establecer otro silogismo para llegar á la conclusión; la sal que tengo á la vista es venenosa. Se agrega un silogismo á otro silogismo, ó mejor dicho, una inducción á otra inducción para llegar á la conclusión. Otros casos hay más complicados que exigen un número mayor de inducciones.

Se ve claramente, que la deducción no es más que una serie de razonamientos ó inducciones. Así es como proceden las ciencias deductivas, como las matemáticas; y ancho campo encuentra la inteligencia en estas ciencias, y grandes dificultades á la vez, para llegar á una verdad ó conclusión cuyo enlace no se percibe, á primera vista, con los principios generales ó axiomáticos. Este procedimiento de inferencias para llegar á una conclusión es propiamente la *demostración*. Se puede tomar un teorema cualquiera de geometría, por ejemplo, averiguar si la suma de los tres angulos de un triángulo es igual ó no á dos ángulos rectos. Para llegar á una conclusión tenemos que partir de los axiomas y definiciones principales de la geometría, haciendo una serie de induc-

ciones ó de silogismos si se quiere, porque á primera vista no se percibe cómo la proposición puede estar contenida en aquellos principios, ya que no es de una evidencia inmediata.

Hay ciencias puramente experimentales, como la química; pero todas tienden á hacerse deductivas, auxiliadas por las matemáticas.

3. Axiomas; examen de las verdades necesarias.—Todas las ciencias tienen sus axiomas ó principios fundamentales, cuyos caracteres esenciales son el ser primitivos ó no derivados de otros principios y ser reales y no verbales.

Los axiomas son verdades experimentales, inducciones ó generalizaciones de la experiencia. He aquí un axioma, el duodécimo de los Elementos de Euclides: dos líneas rectas no pueden encerrar un espacio. Este principio es una inducción que resulta del testimonio de los sentidos.

Los que niegan el origen inductivo de los axiomas dicen, que no es por la experiencia por la que un axioma es probado; que su ver-

dad es percibida *á priori* por la constitución misma de nuestro espíritu, desde el instante en que es comprendida la significación de la proposición, y sin que haya necesidad de verificarla por pruebas repetidas, como es preciso hacerlo para las verdades reconocidas solamente por la observación; y que su carácter esencial es el ser *verdades necesarias.*

A esto se puede contestar, que no tendríamos idea del axioma si alguna vez no hubiéramos visto una línea recta. Los puntos, las líneas, los círculos, los ángulos, etc., que cada individuo tiene en el espíritu son simples copias de puntos, líneas, círculos, ángulos, etc., que ha reconocido por la experiencia. Si hablamos de una línea, como de una longitud sin latitud, es porque hacemos una abstracción; pero en realidad no podemos representarnos una línea sin anchura, un punto sin extensión, etc.

Si imaginariamente concebimos que dos líneas rectas no pueden encerrar un espacio, es porque reconocemos que las líneas imaginarias se parecen á las líneas reales. Son las

propiedades de la realidad las representadas en la imagen. El hecho es siempre una inducción resultado de la observación.

Respecto á ser los axiomas verdades necesarias y por consiguiente independientes de la experiencia, hay que fijar el sentido de la palabra *necesidad.* Se puede tomar este término como sinónimo de *certeza.* Así, de un suceso que debe verificarse con seguridad, decimos indiferentemente que acontecerá con certeza ó necesariamente; pero esta necesidad proviene siempre de la experiencia.

También se ha dado el nombre de verdades necesarias á las verdades idénticas; pero estas son experimentales.

Por último: se han denominado verdades necesarias á aquellas cuya negación es no solamente falsa sino inconcebible; ó de otro modo, que las proposiciones cuya negación es inconcebible ó de las cuales no podemos figurarnos la falsedad, deben tener una evidencia superior y más irresistible que la que resulta de la experiencia. Así es como el Doctor Whewell dice que la verdad de los axiomas no puede

derivar de la experiencia, porque su falsedad es inconcebible.

Pero se sabe por muchos hechos, que nuestra capacidad ó incapacidad (aptitud) de concebir una cosa, tiene tan poca importancia con respecto á la posibilidad de la misma cosa, que no es más que una circunstancia accidental, dependiente de los hábitos de nuestro espíritu. De este modo, hubo un tiempo en que se consideraron inconcebibles las leyes del movimiento, la ley de Newton, la existencia de los antípodas y otros hechos. Concluímos, pues, asegurando, que los axiomas son verdades inductivas.

LECCIÓN IX.

Eliminación de la causa y del efecto.—Método de la variación de las circunstancias; observación y experimentación.—Las cualidades de las especies naturales en la eliminación de la causa.—Reglas de eliminación de la causa.

1. Eliminación de la causa y del efecto.—Como en la producción de un efecto, la causa verdadera ó necesaria, generalmente se

halla confundida con otras circunstancias accesorias, que nada tienen de común con el efecto, se hace indispensable en las investigaciones hacer un análisis minucioso de todas estas circunstancias para separar así las que en realidad son causa del fenómeno, de las que no lo son. A este procedimiento inductivo se le da el nombre de *eliminación de la causa.* Pongamos un ejemplo: un individuo sano se traslada del lugar de su residencia habitual á otro, y en éste contrae una enfermedad. Una observación vulgar atribuye la enfermedad al simple cambio de residencia; pero aquí hay que tener en cuenta varias circunstancias: las climatéricas (calor, frío, humedad ó sequedad del aire, su estado azonométrico, etc.), el cambio de hábitos y de alimentos y las influencias específicas propias de la localidad (miasmas palúdicos, por ejemplo, otras endemias, etc.). Entre estos agentes alguno ó algunos podrán ser la causa de la enfermedad y los otros serán indiferentes. Hay más: ninguna de estas circunstancias podrá ser la causa del mal, pues el individuo pudo haber llevado consigo el

germen de una afección que debía desarrollarse en un tiempo dado, como pudo desarrollarse en su lugar primitivo. La determinación de las causas exige, pues, un análisis escrupuloso de todas las circunstancias de un hecho ó fenómeno, principalmente en materia científica.

2. Método de la variación de las circunstancias; observación y experimentación.— Para llegar á la eliminación de la causa emplearemos el método de la *variación de las circunstancias*, que consiste en separar los antecedentes de los consecuentes, sometiendo el hecho á la *observación* y la *experimentación*. Por medio de la primera se comprueba el hecho y por la segunda se le reproduce á voluntad. Cuando se pueda emplear la experimentación se tiene la ventaja de producir y multiplicar los fenómenos en condiciones y circunstancias conocidas y variadas. Es entendido que no todos los hechos pueden someterse á la experimentación; pero sí á la observación. La astronomía es ciencia de observación. La física, la química, la biología, son

ciencias de experimentación; y aun la sociología lo es también, en parte, no obstante su complicación.

3. Las cualidades de las especies naturales en la eliminación de la causa. —Las especies naturales (minerales, vegetales y animales), caracterizadas por propiedades ó atributos diferentes, nos presentan también numerosos ejemplos de eliminación de la causa. Una sustancia mineral puede obrar sobre otra de diversas maneras, produciendo cierto efecto. Es preciso saber cuál de las propiedades ó cualidades de la sustancia agente ha sido la causa de aquel efecto. Citaremos, por ejemplo, el poder catalítico del platino; este cuerpo en contacto con el hidrógeno se calienta y enrojece, produciendo la combustión del mismo gas (eslabón de hidrógeno) ¿Cuál de las propiedades del platino es la causa del fenómeno?

Otro ejemplo de eliminación bastante complicado, sería averiguar cuál ha sido la influencia de la atmósfera en la producción de un efecto cualquiera, ya que la atmósfera es un

compuesto de varias sustancias y que en ella se pasan todos los fenómenos meteorológicos.

En las especies vegetales y animales, que son de una composición química bastante complicada, la eliminación de las causas, cuando dichas especies actúan como agentes, presenta grandes dificultades. Lo mismo puede decirse de los hechos psicológicos.

4. Reglas de la eliminación de la causa.—Como principios de eliminación de la causa se pueden establecer las siguientes reglas:

1ª Todo antecedente que puede ser separado, sin que el consecuente desaparezca no es la causa ó parte de la causa de dicho consecuente. Ligados entre sí necesariamente el efecto y la causa, el principio es evidente. En él se funda el método de eliminación llamado de concordancia.

2ª Cuando un antecedente no puede ser separado, sin que el consecuente desaparezca, este antecedente debe ser la causa ó parte de la causa de dicho consecuente. En este prin-

cipio se funda el método de eliminación llamado de *diferencia.*

3ª Un antecedente y un consecuente, que aumentan ó disminuyen á la vez, según una circunstancia proporcional numérica, deben ser considerados como la causa y el efecto. En esta principio se funda el método de eliminación de las *variaciones concomitantes.*

LECCIÓN X.

Métodos experimentales.— Método de concordancia.— Método de diferencia.— Método de los residuos.— Método de las variaciones concomitantes.

Hemos mencionado en la lección precedente los métodos de eliminación llamados de concordancia, de diferencia y de las variaciones concomitantes. Debemos agregar el método de los residuos.

Vamos á dar una idea general de cada uno de estos métodos.

1.° **Método de concordancia.**— Busquemos el efecto de una causa dada. Sea A una causa cuyos efectos se trata de determinar.

Supongamos que A obra al mismo tiempo en unión de B y C y que el efecto producido sea *a b c*. Supongamos también que A obra con D E, sin B y C, siendo el efecto *a d e*. Tendremos:

Causas		Efectos
1ª	A B C	*a b c*
2ª	A D E	*a d e*.

He aquí cómo debe razonarse: *b* y *c* no son efectos de A, porque A no los ha producido en la segunda experiencia ó combinación; *d* y *e* tampoco son efectos de A, porque no se han producido en la primera combinación. El efecto real de A se ha producido en los dos casos; pero no existe más que la circunstancia *a* que llene esta condición. El fenómeno *a* tampoco puede ser efecto de B ni de C, puesto que se produce en su ausencia en la segunda combinación; ni de D y E, puesto que aparece en su ausencia en la primera. Luego *a* es el efecto de A.

Ejemplo: Si ponemos en contacto una sustancia grasa con una alcalina y operamos la combinación en circunstancias variadas, los

resultados concuerdan en la producción de una sustancia untuosa, detersiva, que es el jabón. Se concluye de aquí, que la combinación de una grasa con un álcali causa la producción del jabón.

Inversamente, se puede determinar la causa de un efecto dado, sirviéndonos de la observación solamente. Sea *a* el efecto, que aparece en dos grupos diferentes *a b c* y *a d e*: si descubrimos que las circunstancias antecedentes en los dos casos eran A B C y A D E, inferiremos que A es el antecedente ligado al consecuente *a* por una ley de causación. Diremos: B y C no pueden ser las causas de *a* porque no aparecen en la segunda combinación; tampoco pueden serlo D y E, porque no aparecen en la primera. De las cinco circunstancias, A es la sola que se halla en los dos casos entre los antecedentes de *a*.

Ejemplo: En la cristalización de las sustancias, en diferentes circunstancias, se observa como antecedente invariable el depósito al estado sólido de una materia al estado líquido, en fusión ó disolución.

Como principio regulador de este método se puede adoptar el siguiente:

Primer canon. Si dos ó más casos de un fenómeno tienen una sola circunstancia común, esta circunstancia en la cual concuerdan todos los casos es la causa (ó el efecto) del fenomeno.

2. **Método de diferencia.**—Este método consiste en hallar dos casos, que siendo semejantes bajo todas las otras relaciones, difieran sin embargo por la presencia ó ausencia del fenómeno en cuestión. Si se trata de descubrir los efectos de un agente A, debe tomarse éste en algunos grupos de circunstancias reconocidas como A B C, y habiendo notado los efectos producidos, compararlos con el efecto de las otras circunstancias B C, cuando A está ausente. Si el efecto de A B C es *a b c*, y el efecto de B C es *b c*, es evidente que el efecto de A es *a*. De la misma manera, si comenzando por el otro extremo, se quiere determinar la causa de un efecto *a*, es necesario escoger un caso como *a b c*, en el cual el efecto se produce, y en que los antecedentes eran A

B C, y buscar otro caso en que las circunstancias restantes *b c* se presenten sin *a*. Si en este último caso, los antecedentes son B C, se sigue que la causa de *a* es A, sola ó unida á alguna de las otras circunstancias presentes.

No hay necesidad, dice Stuart Mill, de dar ejemplos de un procedimiento lógico al que debemos casi todas las conclusiones inductivas que sacamos en todos los instantes de la vida. Cuando un hombre es herido en el corazón por una bala, es por medio de este método como conocemos que es el balazo la causa de la muerte, porque inmediatamente antes estaba lleno de vida, siendo todas las circunstancias las mismas, salvo la herida.

El principio regulador de este método es el siguiente:

Segundo canon. Si un caso en el cual un fenómeno se presenta y un caso en que no se presenta tienen todas sus circunstancias comunes, fuera de una sola, que se presenta solamente en el primer caso, la circunstancia por la cual los dos casos difieren es el efecto, la causa, ó parte indispensable de la causa del fenómeno.

3. Método de los resíduos.—El método de los resíduos es tan importante como los anteriores. Consiste en separar de un fenómeno dado todo lo que por un conocimiento previo puede ser atribuido á causas conocidas; lo que quede será el efecto de los antecedentes restantes. Este método es una modificación del de diferencia.

Supongamos que por inducciones anteriores sabemos que en el grupo de antecedentes A B C, seguidos de sus consecuentes *a b c*, B produce *b* y C produce *c;* restando *b* y *c* del grupo total *a b c*, queda *a* como efecto de A.

Siguiendo este método es como Leverrier descubrió por el cálculo el planeta Neptuno, observando las perturbaciones de Urano. He aquí el principio regulador del método:

Tercer canon. Réstese de un fenómeno la parte que se sepa por inducciones anteriores ser el efecto de ciertos antecedentes, y el residuo del fenómeno es el efecto de los antecedentes restantes.

4. Método de las variaciones concomitantes.—Hay relaciones de causalidad que

no pueden determinarse por ninguno de los métodos precedentes y que exigen el método de las variaciones concomitantes.

Si en el grupo de antecedentes A B C seguidos de sus consecuentes *a b c*, una modificación de A es siempre seguida de un cambio del consecuente *a* (permaneciendo invariables los otros consecuentes) ó viceversa, estamos autorizados para concluir con seguridad que *a* es en todo ó en parte un efecto de A ó por lo menos, que está ligado de alguna manera á A causalmente. Hay aquí una proporcionalidad numérica directa ó inversa. Así, si aumentando ó disminuyendo A, aumenta ó disminuye *a* en la misma proporción; ó si aumentando A, *a* disminuye, ó disminuyendo A, *a* aumenta proporcionalmente, podemos concluir que A es causa ó parte de la causa de *a*.

Por medio de este método se han formulado varias leyes, por ejemplo: que todo cuerpo sometido á la acción del calor se dilata ó aumenta de volumen, pues el aumento ó disminución del calor produce un aumento ó disminución proporcional en el volumen de los

cuerpos. El principio de este método es el siguiente:

Cuarto canon. Un fenómeno que varía de cierta manera, siempre que otro fenómeno varía de la misma manera, es una causa ó un efecto de este fenómeno, ó está ligado por algún hecho de causación.

LECCIÓN XI.

Ejemplos de los métodos experimentales.

Vamos á presentar un resumen de algunos de los ejemplos de los métodos experimentales, que trae Stuart Mill en su Lógica.

Primer ejemplo. Sea como primer ejemplo una interesante teoría de uno de los químicos más eminentes, el profesor Liebig. *Se trata de descubrir la causa inmediata de la muerte producida por los venenos metálicos.*

El acido arsenioso y las sales de plomo, bismuto, cobre y mercurio, introducidas en el organismo, si no es á pequeñas dosis, destruyen la vida. Estos hechos eran conocidos desde hacía mucho tiempo; pero el profesor Liebig,

empleando los métodos de concordancia y de diferencia, demostró cuál es la propiedad común de todas estas sustancias venenosas, cuya propiedad es la verdadera causa activa de su efecto funesto. He aquí los hechos:

1º Cuando una solución de estas sustancias se pone en contacto con diversos productos orgánicos, como albumina, leche, fibra muscular y membranas, la sustancia abandona el agua y se combina con el producto orgánico, el cual pierde por la modificación que sufre su tendencia á la descomposición expontánea ó putrefacción.

2º La observación muestra que en los casos en que la muerte ha sido causada por estos venenos, las partes del cuerpo que han estado en contacto con las sustancias venenosas no entran en putrefacción.

3º Cuando el veneno ha sido introducido en muy pequeña cantidad para no destruir la vida, se producen en algunos puntos de los tejidos destrucciones superficiales ó escaras, que en seguida son eliminadas por el trabajo reparador que se verifica en las partes sanas.

Estos tres hechos pueden ser tratados por el método de concordancia. En todos los casos las sustancias metálicas son puestas en contacto con las sustancias orgánicas ó el cuerpo del hombre ó de los animales, siendo el resultado uniforme en todos ellos la conversión de la sustancia orgánica en un compuesto químico capaz de resistir á las causas ordinarias de la putrefacción. Pero la vida orgánica consiste en un estado de composición y descomposición contínuo de los órganos y de los tejidos; por consiguiente, oponiéndose los venenos metálicos á este movimiento orgánico la vida se paraliza, se destruye. Se ve, cómo en este modo de proceder se ha empleado el método de concordancia.

Sometamos ahora la conclusión al método de diferencia. Por una parte tenemos los casos ya citados, en que el antecedente es la presencia de las sustancias que forman con los tejidos un compuesto no suceptible de putrefacción; y el consecuente, la muerte de todo el organismo ó de una de sus partes. Pongamos ahora otros casos semejantes á los anteriores,

pero en los cuales la muerte no se produzca; por ejemplo, la administración de sales básicas insolubles de ácido arsenioso, como el alkargen, sustancia descubierta por Bunsen, que contiene una gran cantidad de arsénico y se aproxima mucho por su composición á los compuestos arsenicales orgánicos que se hallan en el cuerpo, y que no tienen la menor acción nociva sobre el organismo. Pues bien, cuando estas sustancias se ponen en contacto con los tegidos no se combinan con ellos, no detienen el trabajo de composición y descomposición del organismo.

Se ve, pues, que cuando el efecto está ausente es á consecuencia de la ausencia del antecedente, el cual es, por consiguiente, la causa próxima.

Llenemos todavía las condiciones rigurosas del método de diferencia. No se puede estar seguro de que las sustancias no venenosas en cuestión, se parezcan en todas sus propiedades á las venenosas, fuera de la de combinarse con los tejidos orgánicos para formar un compuesto que no puede descomponerse. Tome-

mos una de las mismas sustancias venenosas y pongámosla en circunstancias que le impidan formar con los tejidos el compuesto mencionado; si entonces no se sigue la muerte, el hecho queda probado. Y en efecto, si en un envenenamiento por el ácido arsenioso administramos inmediatamente peróxido de hierro hidratado, la acción destructiva del veneno es al instante detenida. Se sabe que este peróxido se combina con el ácido y forma un compuesto que siendo insoluble no puede tener acción sobre los tegidos. De la misma manera, el azúcar es un antídoto bien conocido de las sales de cobre; el azúcar reduce estas sales, sea al estado de cobre metálico ó al de subóxido rojo, sustancias que no entran en combinación con la materia animal. El cólico de los pintores, enfermedad tan común en las fábricas de cerusa, es desconocido en aquellas donde los obreros toman habitualmente como preservativo limonada de ácido sulfúrico. Sucede que el ácido sulfúrico diluido tiene la propiedad de disolver los compuestos de plomo y materia orgánica ó de impedir su formación.

Hay otra clase de casos aferentes al método de diferencia, que parecen á primera vista ser contrarios á la teoría. Varias sales solubles de plata, por ejemplo el nitrato, tienen como el sublimado corrosivo (deuto-cloruro de mercurio) y los venenos metálicos más violentos la propiedad antiséptica de descomponer las sustancias orgánicas. Aplicado sobre las partes exteriores del cuerpo, el nitrato de plata es un poderoso cáustico que destruye la vitalidad del tejido que ataca y le separa, bajo forma de escara, de los tejidos vivos vecinos. El nitrato y las otras sales de plata deberían, pues, si la teoría es exacta, ser venenos, y sin embargo pueden ser administrados al interior con una completa inmunidad. Pero esta aparente excepción es la más brillante confirmación que la teoría puede recibir. El nitrato de plata, no obstante sus propiedades químicas, no envenena cuando es introducido en el estómago; pero en el estómago, así como en todos los líquidos orgánicos, hay sal común y también ácido clorhídrico libre. Estas sustancias obran como antídotos, combinándose con

el nitrato y lo convierten inmediatamente, si-no está en demasiada cantidad, en cloruro de plata, sustancia muy poco soluble y por consiguiente no suceptible de combinarse con los tejidos, aunque por su grado de solubilidad tenga una influencia medicinal por medio de acciones orgánicas de una naturaleza enteramente diferente.

Para hacer desaparecer toda causa de incertidumbre, téngase presente que no sólo una sustancia, sino un gran número pueden obrar como antídotos de los venenos metálicos, y que todas tienen la propiedad de formar con estos venenos, compuestos insolubles, no teniendo otra común á todos ellos.

LECCIÓN XII.

Ejemplos de los métodos experimentales.—*(Continúa.)*

Segundo ejemplo. En este ejemplo, que Stuart Mill toma del Profesor Alejandro Bain, *se trata de descubrir, bajo qué condiciones un cuerpo electrizado da nacimiento á un estado eléctrico contrario en un cuerpo adyacente.*

Esto se llama *electrización por inducción ó por influencia.*

Supongamos que tenemos una máquina eléctrica de Ramsden cargada de electricidad positiva. El aire circunvecino y cualquier cuerpo colocado cerca de la máquina tomará un estado eléctrico particular. Si por ejemplo, se acerca una bolita de médula de sauco, ésta se electrizará y será atraída por el conductor de la máquina; habrá descarga. Lo mismo sucede si aproximamos la mano: tomará un estado eléctrico, por influencia de la máquina, y se producirá una chispa ó descarga. Pero no hay prueba de que un conductor cargado se descargue instantáneamente si no es por la aproximación de un cuerpo contrariamente electrizado. Se sigue, pues, que el desarrollo de electricidad en un conductor aislado (el de la máquina) va siempre acompañado del desarrollo de electricidad contraria en el aire circunvecino ó en cualquier conductor colocado cerca del primero. No parece posible en este caso, que una de las electricidades se produzca por sí misma.

Examinemos ahora todos los otros casos semejantes á éste en que se produzca una electricidad contraria cerca de un cuerpo electrizado. Tenemos en primer lugar la botella de Leyden en la cual el desarrollo de la electricidad positiva en la armadura interior va acompañado del desarrollo de la negativa en la armadura exterior. En segundo lugar, no se puede desarrollar en un electro–imán una sola electricidad, pues uno de los polos se cargará de una clase de electricidad y el otro de la contraria. En una pila de Bunsen no se puede producir una electricidad en el circuito sin producirse la contraria. En la máquina eléctrica misma, se produce en los reóforos la electricidad positiva al mismo tiempo que la negativa en las almoadillas.

Aplicando el método de la concordancia llegamos á una ley general. En todos los casos que un cuerpo se carga de electricidad, el consecuente es el desarrollo de una electricidad contraria en otros cuerpos vecinos. Se sigue de aquí, según parece, que los dos hechos están invariablemente ligados uno á otro y que

una de las condiciones necesarias de la electrización de un cuerpo es la posibilidad de un desarrollo simultáneo de electricidad contraria en cualquier cuerpo vecino.

Así como dos electricidades contrarias no pueden manifestarse sino al mismo tiempo, de la misma manera no pueden desaparecer sino simultáneamente. Esto puede demostrarse por el método de la diferencia, en los casos de la botella de Leyden. Es imposible descargar una de las armaduras sin descargar al mismo tiempo la otra. Un conductor aplicado al polo positivo no puede sustraer electricidad sin que igual cantidad salga por el polo negativo. Si una de las armaduras está completamente aislada la carga se conserva. El flujo de la una se verifica poco á poco con el flujo de la otra.

Ahora empleemos el método de las variaciones concomitantes: en todos los casos en que la electricidad *inductora* sufre algún cambio de intensidad, igual cambio sufre la electricidad *inducida*. La cantidad de la una electricidad es el límite de la cantidad de la otra. Así, en la máquina eléctrica la carga es limitada á la

capacidad eléctrica del aire y de los cuerpos vecinos; y en la botella de Leyden el aumento ó acúmulo de electricidad inducida en la armadura interior produce un aumento exterior.

Por último, aplicando de una manera más rigurosa el método de diferencia se llega á la misma conclusión. Si se consideran como idénticas *la electricidad estática* (ó de la máquina eléctrica) y *la voltaica* (de una pila), es de averiguarse si la segunda circulando en un hilo metálico, puede producir la inducción en un hilo metálico colocado cerca. Este caso es semejante á los precedentes, fuera de una sola circunstancia y es aquella á la cual atribuimos el fenómeno, siendo aquí dicha circunstancia la electricidad voltaica. Haciendo la experiencia, se observa que ninguna corriente contraria se produce en el hilo próximo: pero esto depende de que en una pila se desarrollan á un tiempo las dos corrientes contrarias en el mismo hilo, sin que haya necesidad de otro hilo para el desarrollo de una contraria. Cuando se abre ó cierra la corriente de la pila una corriente se produce á cada apertura ó cerra-

dura en el hilo vecino; pero estos fenómenos de inducción son de otra naturaleza.

Se ha reconocido, pues, por las pruebas combinadas del método de concordancia, del método de las variaciones concomitantes y del método de diferencia, hasta en su forma más rigurosa, *que no puede aparecer una de las dos especies de electricidad sin que la otra aparezca al mismo tiempo: que estas dos electricidades son ambas efecto de la misma causa; que la posibilidad de la una es una condición de la posibilidad de la otra; y que la cantidad de la una es el límite de la cantidad de la otra.*

LECCIÓN XIII.

Ejemplos de los métodos experimentales.—*(Continúa.)*

Tercer ejemplo. Se trata de averiguar las relaciones que existen entre la irritabilidad muscular, la rigidez cadavérica y la putrefacción. Este problema ha sido resuelto por las admirables indagaciones fisiológicas del Dr. Brown-Séquard.

La ley del Dr. Brown-Séquard es la siguien-

te: *la rigidez cadavérica se produce tanto más tarde y dura tanto más tiempo, é igualmente la putrefacción es tanto más tardía y lenta, cuanto mayor es la irritabilidad muscular en el momento de la muerte.*

He aquí las pruebas del Dr. Brown-Séquard.

1º *a*. Los músculos paralizados tienen una irritabilidad muscular mayor que los músculos sanos. *b*. Pero los músculos paralizados experimentan más tarde y conservan más largo tiempo que los músculos sanos la rigidez cadavérica, y de la misma manera la putrefacción se produce más tarde y marcha más lentamente.

Estas dos proposiciones han sido probadas experimentalmente. Demostró la primera (*a*) comparando la duración de la irritabilidad muscular de un músculo paralizado con la de uno sano correspondiente del lado opuesto, sometiendo uno y otro á la misma exitación; pero observó que el músculo paralizado conservaba su irritabilidad dos, tres, y aun cuatro veces más largo tiempo que el músculo sano. Este es un ejemplo de inducción por el méto-

do de diferencia. En efecto: los dos miembros eran los del mismo animal, presumiéndose no diferir en nada sino es en la circunstancia de la parálisis, á la cual, por consiguiente, debía atribuirse la diferencia de irritabilidad muscular. Para llenar por completo la condición del método, Brown-Séquard experimentó en diferentes animales siempre con el mismo resultado.

La segunda proposición (*b*) fué probada como sigue: seccionó las raíces del nervio ciático y de la mitad lateral de la médula espinal de un animal y produjo la parálisis de la pierna. Sacrificado el animal observó que la rigidez se mostró más tarde y duró más tiempo, y que la putrefacción comenzó también más tarde y se desarrolló menos pronto en esta pierna que en la otra. Este es un caso del método de diferencia, que no exige nueva explicación.

Por el mismo método se obtuvo una nueva y fuerte confirmación, del modo siguiente: cuando el animal era sacrificado al mes de la operación, se producía un efecto contrario: la

rigidez aparecía más pronto y persistía menos tiempo en la pierna paralizada, que en la pierna sana. Es que durante este tiempo los músculos paralizados habían permanecido en reposo, perdiendo una gran parte de su irritabilidad, al grado de quedar menos irritables que los sanos. Este es el caso de A B C, *a b c*, y B C, *b c* del método de diferencia: un antecedente, el aumento de irritabilidad, habiendo cambiado, quedando las mismas las otras circunstancias, el consecuente no se produjo; y además, habiéndose introducido un antecedente nuevo opuesto al primero, se siguió un consecuente contrario. También se observará en este ejemplo, que el retardo y la prolongación de la rigidez no dependen directamente de la parálisis sino del resultado de esta, es decir, del aumento de irritabilidad muscular.

2º La baja de la temperatura de los músculos antes de la muerte aumenta su irritabilidad; pero la baja de temperatura retarda también la rigidez cadavérica y la putrefacción. El Dr. Brown-Séquard, probó estos hechos

por varias experiencias en que aparece el método de la diferencia.

3º La acción muscular prolongada hasta el agotamiento disminuye la irritabilidad muscular. Este es un hecho conocido en fisiología; pero la observación ha mostrado que las bestias cansadas del trabajo, muertas antes que hayan descansado, se hacen rígidas y se descomponen en un tiempo extraordinariamente corto. Lo mismo sucede con los animales muertos en la caza, con los gallos que mueren en la pelea y los soldados que sucumben en el campo de batalla. Estos diversos casos no ofrecen más que una circunstancia común directamente ligada á los músculos, y es el haber sido sometidos á un ejercicio exagerado. Se deduce, pues, según el método de concordancia, que hay una conexión entre los dos hechos.

4º La irritabilidad de los músculos está en razón directa de su nutrición. Este es también un hecho conocido en fisiología; pero en los animales sanos, en buenas condiciones de nutrición, muertos accidentalmente, se observa que

la irritabilidad muscular se mantiene largo tiempo después de la muerte y la rigidez viene tarde y persiste largo tiempo sin tendencia á la putrefacción. Al contrario, cuando una enfermedad ha alterado la nutrición, los efectos se producen en sentido inverso.

Aquí aparecen los dos métodos unidos de concordancia, respectivamente.

5º Las convulsiones, lo mismo que el ejercicio excesivo, disminuyen la irritabilidad muscular; pero cuando la muerte ha sido precedida de convulsiones violentas como en el tétano, hidrofobia, algunos casos de cólera y ciertos envenenamientos (estricnina), la rigidez se establece muy rápidamente y pronto viene la putrefacción. Este es un ejemplo del método de concordancia.

6º Se ha notado que en ciertos casos de muerte por el rayo, la rigidez cadavérica y la putrefacción vienen rápidamente y que en otros se manifiestan como de ordinario. Se explica esta diferencia en el efecto del modo siguiente: la muerte por el rayo puede ser el

resultado: 1º de un *síncope* producido por el susto ó por la acción directa ó refleja del rayo sobre el *nervio vago*; 2º de una hemorragia cerebral, de los pulmones ó del pericardio, etc.; 3º de una conmoción ú otra lesión del cerebro. Ninguno de estos accidentes suprime ó disminuye considerablemente la rigidez; pero la causa de la muerte por el rayo puede ser también una convulsión violenta de todos los músculos del cuerpo, que produce la abolición casi completa de la irritabilidad muscular. Haciendo uso de una corriente galvánica, que tiene de común con el rayo producir convulsiones, y aplicándola á animales recientemente muertos, Brown-Séquard probó que la rigidez y la putrefacción se aceleraban, de donde dedujo que cuando estos efectos son producidos por el rayo ha sido á consecuencia de muerte por convulsión. También demostró por el método de las variaciones concomitantes que mientras mayor es la galvanización ó la fuerza de la corriente, más rápidamente se presentan la rigidez y la putrefacción, deduciendo que con mayor razón estos efectos se han de presentar

más rápidamente en la muerte de rayo por convulsión.

Si reunimos ahora los hechos de aumento de la irritabilidad muscular con sus consecuentes, y de disminución con los suyos, estos hechos en su conjunto presentarán las condiciones de los métodos unidos de concordancia y de diferencia.

Los tres ejemplos que siguen, del método de los resíduos, son extractados de Sir John Herschel.

1º El profesor Enke anunció con mucha anticipación, por el cálculo, la vuelta del cometa que lleva su nombre; pero se observó que hubo una pequeña anticipación en la época de su reaparición ó una disminución del tiempo señalado á su revolución. Se creía que todas las circunstancias de su movimiento orbitrario podrían explicarse por su gravitación hacia el sol y los planetas; sin embargo, calculando rigurosamente esta causa se vió que no podía explicarse por medio de ella el movimiento observado, pues había un *resto* del fe-

nómeno, es decir la anticipación mencionada, que no correspondía á dicha causa. De aquí nació la hipótesis de que esta anticipación pudiera depender de la resistencia de un medio diseminado en los espacios celestes; y como hay muchas razones para creer en la existencia de este medio (la materia cósmica) á él debe atribuirse la anticipación en la vuelta del cometa.

2º Por los fenómenos de la propagación del sonido llegó á confirmarse la ley de que la compresión de los gases desarrolla calor. En efecto: conociéndose la causa y modo de propagación del sonido, se calculó su velocidad en el aire; pero en la práctica se observa que esta velocidad es mayor que la que indica el cálculo; queda, pues, un *residuo* de velocidad, que no se puede explicar por el modo de propagación del sonido. Le ocurrió entonces á Laplace, que este aumento de velocidad podía depender del calor desarrollado por la condensación del aire, que se verifica á cada vibración por la cual el sonido se trasmite (ondas condensadas). Se hizo el cálculo, y la hipó-

tesis fué confirmada. Se explicó así el fenómeno de la mayor velocidad práctica del sonido y se confirmó el hecho del desarrollo del calor por la compresión de los gases.

3º Muchos elementos químicos se han descubierto por el método de los resíduos. Así, Arfwedson, descubrió la litina, encontrando un excedente de peso en el sulfato formado de una mínima cantidad de una sustancia, que él consideraba como magnesia en un mineral que analizaba. Así es también cómo los pequeños resíduos concentrados de las grandes operaciones de las artes son, casi con seguridad, resíduos de nuevos ingredientes químicos; prueba de esto son el yodo, bromo, selenio y los metales hallados con el platino (al cual acompañan) en las experiencias de Wollaston y Tennant. Muy buena era la idea de Glauber de examinar siempre lo que otros botaban.

LECCIÓN XIV.

Pluralidad de las causas.— Mezcla de los efectos; ineficacia de los métodos experimentales en algunos casos.— Método deductivo.

Al tratar de los cuatro métodos experimentales hemos supuesto cada efecto como ligado exclusivamente á una sola causa ó á un conjunto de condiciones determinadas, y que este efecto no podía confundirse con otro efecto coexistente; pero estas suposiciones no son siempre verdaderas. En primer lugar, no es cierto que el mismo fenómeno sea siempre producido por la misma causa, porque puede provenir de otras causas: el fenómeno *a* puede provenir de A ó de B. En segundo lugar, los efectos de causas diferentes pueden no ser separados y desemejantes, sino hallarse entremezclados en un todo homogéneo: así A y B pueden no producir *a* y *b*, sino partes diferentes del efecto *a*. De esta manera, la pluralidad de causas y la mezcla de los efectos hacen difícil y obscura la indagación de las leyes naturales.

1. **Pluralidad de las causas.**—Como ejemplos de fenómenos que pueden ser producidos por muchas causas diferentes, tenemos el movimiento, ciertas sensaciones, la muerte, etc.; causas diversas pueden producir estos efectos.

La principal consecuencia de la pluralidad de causas es hacer incierto ó ineficaz el método de concordancia, porque desde el momento que se admita la pluralidad no es posible referir el fenómeno *a*, en los casos que se presenta, al mismo antecedente. Si en un primer caso, A B C, C es causa de *a*, y en otro A D E, E es causa de *a*, A no tendrá ninguna influencia en uno y otro caso. Tomemos un ejemplo de Stuart Mill: "Supongamos que dos grandes artistas ó dos grandes filósofos, el uno extremamente egoísta é interesado y el otro muy noble y generoso sean comparados bajo el punto de vista de la educación que han recibido y de las particularidades de su vida, y que los dos casos concuerden en una sola circunstancia; ¿se seguirá de aquí, que esta circunstancia sea la causa de la calidad caracte-

rística de estos dos hombres? De ninguna manera; porque las causas que pueden producir un carácter son innumerables y los dos individuos podían haber tenido el mismo carácter aunque no hubiese ninguna semejanza en su historia."

La inflamación del pulmón ó neumonía puede ser producida por un resfriado; pero como ésta inflamación se produce en casos en que falta el resfriado, se debería concluir, conforme al método de concordancia, que el resfriado no es causa de neumonía. Y de la misma manera quedarían excluídas de ser causas de esa enfermedad, otras que la producen, como los traumatismos ó el microbio *Diplococcus pneumoniæ*. Se ve, pues, que el método de concordancia es ineficaz en el caso de pluralidad de causas; pero no sucede lo mismo con el método de diferencia, porque si se tienen dos casos A B C y B C, de los cuales B C produce *b c*, y por la adición de A se cambia el efecto en *a b c*, estamos seguros que A es la causa ó parte de la causa de *a*, aunque la causa que lo produzca en otros casos sea diferente.

El *método-unido* de concordancia y diferencia ó *método de diferencia indirecto*, como lo llama Stuart Mill, es, según el mismo autor, después del método de diferencia directo el más poderoso instrumento de la investigación científica; y en las ciencias de pura observación, con poca ó ninguna experimentación, este método es el principal recurso, mientras se recurre directamente á la experiencia.

El método de concordancia podrá sin embargo dar buenos resultados, cuando en lugar de limitarse su aplicación á un corto número de casos se extiende á un número considerable y variado de los mismos casos, que den siempre el mismo resultado. En general, es preciso auxiliarlo del método de diferencia directo.

2. Mezcla de los efectos; ineficacia de los métodos experimentales en algunos casos.—Dos casos pueden presentarse: ó los efectos separados de varias causas continúan produciéndose, pero combinados y confundidos en un efecto total y homogéneo; ó cesan completamente y son reemplazados

por fenómenos enteramente diferentes y regidos por leyes diferentes. Se tiene un ejemplo de lo primero en el efecto que en mecánica producen varias fuerzas combinadas, que es una resultante ó efecto total; y ejemplo de lo segundo lo presenta cualquier combinación química, donde los efectos separados cesan y son reemplazados por fenómenos completamente nuevos. Así, la combinación de dos volúmenes de hidrógeno y uno de oxígeno produce el agua, sustancia enteramente difefente de los dos gases, los cuales han perdido en este caso sus propiedades en un efecto común.

Este segundo caso, aunque difícil en orden á la determinación de los agentes que producen el efecto, lo es menos que el primero, como se verá después; porque el efecto puede ser sometido á la experiencia como cualquier otro fenómeno. De este modo el agua sometida á condiciones particulares se resolverá en oxígeno é hidrógeno, reapareciendo estos agentes con sus propiedades primitivas y en la misma cantidad. Esto es lo que se llama análisis

químico, que consiste en buscar las causas de un fenómeno en sus efectos.

En la síntesis y análisis del agua hay una causación mutua de los fenómenos (siendo cada uno engendrado por la destrucción del otro) ó más bien lo que se llama una *trasformación.*

La conversión de las fuerzas unas en otras, como el trabajo mecánico en calor ó electricidad y recíprocamente, que es en lo que consiste el principio de la conservación de la energía, es más que una simple causación una trasformación. Sólo le falta la circunstancia de que se descubran las equivalencias de la fuerza en todas sus manifestaciones, como está ya demostrado para el trabajo mecánico y el calor. Se sabe que M. Joul de Manchester ha probado que una caloría equivale á 425 kilográmetros, y que este trabajo desarrolla una caloría. Es de esperarse que de la misma manera se descubra la equivalencia del calor y la electricidad y de ésta con la acción química, etc.

En muchos casos de causación mutua queda siempre la dificultad de determinar cuál es la causa y cuál el efecto. Así por ejemplo: el

vicio engendra la miseria; pero la miseria tiende á producir el vicio; la industria produce la riqueza; pero la riqueza favorece y desarrolla la industria.

Examinemos ahora el primer caso de la mezcla de los efectos: aquí los efectos separados de varias causas continúan produciéndose, pero se combinan y funden en un sólo efecto complejo y homogéneo. De este conjunto de efectos unos se anulan recíprocamente y otros no se manifiestan distintamente sino que se confunden en un resultado en el cual es comunmente imposible encontrar por la observación una relación determinada con las causas, de las cuales es la suma y el producto.

La composición de las causas, dice Stuart Mill, consiste en que aunque dos leyes ó más intervengan juntas y anulen ó modifiquen recíprocamente su acción, todas sin embargo se cumplen, siendo el efecto colectivo la suma exacta de los efectos de las causas tomadas separadamente.

Para estudiar estos efectos complejos se pueden seguir dos métodos, el deductivo y el

experimental ó de observación. Por el primero la ley de un efecto complejo es el resultado de las leyes de las causas separadas que combinadas lo producen, pudiendo en consecuencia ser deducida de estas leyes. Este es el método que se llama *a priori*. Por el segundo ó método *a posteriori* se procede según las reglas de la investigación experimental ó de los métodos inductivos; pero estos métodos son ineficaces en este caso de pluralidad de causas, especialmente si se trata de los fenómenos complicados de la biología y la sociología. Queda, pues, aplicable solamente el método *a posteriori ó deductivo*.

3. **Método deductivo.**—Este método consta de tres operaciones: una inducción directa que le sirve de base, un razonamiento y una verificación.

No se podría determinar la ley de un efecto sin conocer la ley de cada una de las causas concurrentes de que depende, lo que supone una observación ó experimentación previa. Así, por ejemplo, respecto á los hechos sociales, deben conocerse antes las leyes de las cau-

sas de que dependen, cuyas causas son la actividad humana y las circunstancias exteriores bajo cuya influencia está colocado el género humano sobre la tierra. La dificultad está en que en muchos casos las causas no se dejan aislar para estudiar cada una por separado y entonces no se pueden establecer con certidumbre los fundamentos inductivos necesarios para que sirvan de base al método. Esta dificultad es muy notable cuando se trata de los fenómenos fisiológicos. Aquí hay que recurrir á la experimentación repetida, principalmente en el estado de salud, mucho menos en el patológico. Deben emplearse los cuatro métodos experimentales unidos, haciendo un gran papel en estos casos el de las variaciones concomitantes.

Después de determinar las leyes de las causas hay que averiguar cuál será el efecto producido por una combinación de estas causas. Esta operación pertenece al cálculo ó al razonamiento. Es preciso servirse de los teoremas de las matemáticas, tanto de los del número, como de los de la extensión, según los

casos, y aun así se encuentran serias dificultades; pero ese es el camino para llegar á la resolución del problema.

La tercera operación del método deductivo es la verificación ó contra-prueba. Consiste en que las conclusiones obtenidas por la deducción estén de acuerdo con los resultados de la observación directa. Si una experiencia los confirma, podemos fiarnos en otros casos para los cuales nos falta la experiencia específica.

"Al método deductivo, así definido en sus tres partes constituyentes, la inducción, el razonamiento y la verificación, es al que el espíritu del hombre debe sus más brillantes triunfos en la investigación de la naturaleza. Le debemos todas las teorías que reunen fenómenos numerosos y complicados bajo algunas leyes simples, que consideradas como leyes de estos fenómenos, jamás habrían podido ser descubiertas por el estudio directo. Puede hacerse una idea de lo que nos ha valido este método por el ejemplo de los movimientos planetarios, uno de los casos más simples de

la composición de las causas, puesto que (salvo un pequeño número de ejemplos de importancia secundaria) cada uno de los cuerpos celestes puede, sin gran inexactitud, considerarse como influenciado por la atracción de dos cuerpos solamente, el sol y un planeta ó un satélite, los cuales, con la reacción del cuerpo mismo y la fuerza tangencial (nada impide, me parece, dar este nombre á la fuerza engendrada por el movimiento propio del cuerpo y obrando en la dirección de la tangente), constituyen solamente cuatro agentes, de cuyo concurso dependen los movimientos de este cuerpo; número mucho menor, sin duda alguna, que el de los agentes que determinan ó modifican los otros grandes fenómenos naturales. ¿Cómo habríamos podido por la simple comparación de las órbitas ó de las velocidades de diferentes planetas, ó de velocidades y posiciones diferentes del mismo planeta, determinar la combinación de fuerzas de donde resultan los movimientos de los planetas y de la tierra? No obstante la regularidad de estos movimientos, regularidad que raramente presentan los

efectos de un concurso de causas, y aunque la vuelta periódica del mismo efecto dé la prueba positiva de que todas las combinaciones de causas vuelven también periódicamente, no se habría sabido lo que eran estas causas si felizmente la existencia de influencias enteramente semejantes sobre nuestra tierra no hubiese puesto las causas mismas en estado de ser experimentadas en circunstancias simples."

LECCIÓN XV.

Explicación de las leyes de la naturaleza.

Esta lección y la siguiente sobre explicación y ejemplos de las leyes de la naturaleza, son dos capítulos que con ligeras modificaciones tomamos de la Lógica de Stuart Mill. Sobre materia tan delicada é importante nada mejor podríamos decir nosotros que lo que ha formulado el filósofo inglés, á quien se debe el perfeccionamiento de los métodos inductivo y deductivo.

1. La operación deductiva por la cual derivamos las leyes de un efecto, de las leyes de

las causas que por su concurso lo producen, puede tener por objeto, ó descubrir la ley ó explicar una ley ya descubierta. La palabra *explicar* se presenta con tanta frecuencia y ocupa un lugar tan importante en filosofía, que es útil fijar su significación.

Se dice que un hecho particular es explicado, cuando se ha indicado su causa, es decir, cuando se ha establecido la ley ó las leyes de causación de que depende. Así, un incendio es explicado cuando se ha reconocido que ha sido causado por una chispa que ha caído sobre un montón de materias combustibles. Análogamente, una ley de la naturaleza es explicada, cuando se indica otra ú otras leyes de las cuales puede deducirse, no siendo entonces más que un caso particular de estas.

2. Hay tres grupos distintos de circunstancias en los cuales una ley de causación puede ser explicada por otras leyes, ó resolverse, como muchas veces se dice, en otras leyes.

El primero es el caso ya estudiado de una mezcla de leyes, que producen conjuntamente un efecto igual á la suma de los efectos de las

causas separadamente. La ley del efecto complejo es explicada, cuando se resuelve en las leyes separadas de las causas que concurren á su producción. Así la ley del movimiento de un planeta se resuelve en la ley de la fuerza tangencial que tiende á producir un movimiento uniforme en la tangente y en la ley de la fuerza centrípeta que tiende á producir un movimiento acelerado hacia el sol, siendo el movimiento real un compuesto de ambos.

Aquí es necesario notar que en esta reducción de la ley de un efecto complejo, las leyes de que está compuesta no son los únicos elementos. Ella se resuelve en las leyes de las causas separadas y también en el hecho de su coexistencia. Uno cualquiera de estos elementos es tan esencial como el otro, ya se trate de descubrir ó solamente de explicar la ley del efecto. Para deducir las leyes de los movimientos celestes es necesario conocer no solamente la ley de una fuerza rectilínea y la de una fuerza gravitante, sino también la existencia real de estas dos fuerzas en las regiones del cielo y aun su cantidad relativa. Las

leyes de causación se resuelven así en dos especies de elementos distintos, á saber, las leyes de causación más simples y las *colocaciones* (empleando el término acertadamente escojido por el doctor Chalmers), cuyo término significa la existencia de ciertos agentes ó fuerzas en ciertas circunstancias de lugar y tiempo.... El primer modo, pues, de explicación de las leyes de causación consiste en resolver la ley de un efecto en las diversas tendencias de las cuales resulta y en las leyes de estas tendencias.

3. Un segundo caso es aquel en que entre lo que parecía ser la causa y lo que se suponía ser el efecto, la observación continuada descubre una cadena intermediaria, un hecho causado por el antecedente y á su vez causando el consecuente, de suerte que la causa asignada al principio no es más que una causa lejana, operando por el intermedio de otro fenómeno. A parecía ser la causa de C, pero se ha reconocido en seguida que A era solamente la causa de B, y que B era la causa de C. Así, se sabía que la acción de tocar un objeto

causa una sensación. Después se ha descubierto que tan luego que hemos tocado un objeto y antes de que nos apercibamos de la sensación, ha tenido lugar un cambio en una especie de cordón llamado nervio, que se extiende de nuestros órganos exteriores hasta el cerebro. El contacto del objeto no es, pues, sino la causa lejana de la sensación, es decir, que propiamente hablando no es la causa, sino la causa de la causa. La causa real de la sensación es el cambio en el estado del nervio. La experiencia futura puede hacernos conocer mejor la naturaleza particular de este cambio, pero también puede intercalar otro hecho. Podría suceder, por ejemplo, que entre el contacto y el cambio de estado del nervio hubiese algún fenómeno eléctrico ú otro diferente de los efectos de todos los agentes conocidos. Hasta la fecha, no se ha descubierto ningún intermediario de este género; y el contacto del objeto debe considerarse provisoriamente como la causa próxima de la modificación del nervio. En consecuencia, este hecho de una sensación particular experimentada á

consecuencia del contacto con un objeto, no constituye una ley última. Se resuelve, como se ha dicho, en otras dos leyes, á saber: la ley, que el contacto de un cuerpo produce un cambio en el estado del nervio; y la ley, que el cambio en el estado del nervio produce una sensación.

Otro ejemplo: los ácidos fuertes corroen ó ennegrecen los compuestos orgánicos. Este es un caso de causación, pero de causación lejana. Se explica cuando se muestra que hay un fenómeno intermediario, que es la separación de algunos de los elementos químicos del organismo y su combinación con el ácido. El ácido causa esta separación de los elementos y la separación de los elementos causa la desorganización y aun la carbonización de los tegidos. Así también, el cloro se apodera de las materias colorantes (de donde su uso para el blanqueo) y purifica el aire infectado. La ley se resuelve en estas otras dos: el cloro tiene gran afinidad por las bases de cualquier naturaleza que sean, particularmente por las metálicas y por el hidrógeno. Siendo estas

bases los elementos esenciales de las materias colorantes y de los compuestos infecciosos, estas sustancias son descompuestas y destruídas por el cloro.

4. Importa observar que cuando una sucesión de fenómenos se reduce así á otras leyes, estas leyes son siempre más generales.

La ley de que A es seguida de C, es menos general que cada una de las leyes que enlazan á B con C y á A con B. Una observación muy simple lo probará.

Todas las leyes de causación pueden ser contrariadas ó anuladas por la ausencia de alguna condición negativa. La tendencia de B á producir C puede, por consiguiente, ser destruída. Pero ya sea que C se siga ó no á B, la ley de que A produce B se cumplirá siempre; mas no pudiendo cumplirse la ley de que A produce C, por medio de B, sino cuando B es realmente seguida de C, se ve que dicha ley es menos general que la ley de que A produce B. Es menos general también que la ley de que B produce C; porque B puede tener otras causas además de A; y como A produce

C solamente por medio de B, mientras que B produce C, sea B producida por A ó por otra cosa, la segunda ley abraza mayor número de hechos que la primera; cubre, por decirlo así, mayor extensión de terreno.

Así, en nuestro primer ejemplo, la ley de que el contacto de un cuerpo causa un cambio en el estado del nervio, es más general que la ley de la producción de la sensación por el contacto de un objeto, pues la modificación del nervio puede verificarse sin que la sensación se produzca, bajo la influencia de una causa contraria, por ejemplo una fuerte exitación mental, como cuando en una batalla se reciben heridas de las que no se tiene conciencia. Y de la misma manera, la ley de que el cambio de estado del nervio produce una sensación, es más general que la de la producción de una sensación por el contacto de un objeto, puesto que la sensación resulta igualmente del cambio del nervio, aun cuando este cambio no sea producido por el contacto de un cuerpo, sino por otra causa, como en el caso tan conocido de un amputado, que aun siente

en la pierna que no tiene lo que él llama su dolor de pierna.

No solamente las leyes de secuencia más inmediata en las cuales se resuelve la ley de una secuencia más lejana, son de mayor generalidad que ésta, sino que son aun más seguras. Hay mucho menos riesgo de que pierdan su carácter de verdad universal. Desde el momento en que se reconoce que la secuencia de A y C no es inmediata y que depende de un fenómeno intermedio, por invariable y constante que haya sido hasta aquí esta secuencia, hay más posibilidades de que falte, que para la una ó la otra de las secuencias más inmediatas A, B y B, C. La tendencia de A á producir C puede ser destruída por todo lo que puede destruir sea la tendencia de A á producir B, sea la tendencia de B á producir C; está, pues, dos veces más expuesta á faltar que cada una de las dos tendencias más elementales; y la generalización de que A es siempre seguida de C corre así dos riesgos de ser falsa. Y lo mismo sucede respecto de la generalización conversa de que C es siempre precedida y cau-

sada por A, es decir que será falsa, no solamente si existe un segundo modo inmediato de la producción de C misma, sino habiendo un segundo modo de producción de B, antecedente inmediato de C en la serie.

La reducción de una generalización á otras dos, no muestra solamente que pueda estar sujeta á restricciones de que están exentos sus dos elementos; indica además, donde se hallarán estos últimos. Desde que se sabe que B interviene entre A y C, se sabe también que en los casos en que la secuencia de A y C falta, se les encontrará probablemente estudiando los efectos ó condiciones del fenómeno B.

Es claro, pues, que en el segundo de los tres modos de reducción de una ley á otras leyes, estas últimas son más generales, es decir, se extienden á más casos y verosímilmente están también menos expuestas á ser limitadas, por la experiencia subsecuente, que la ley que explican. Se acercan más á ser incondicionales, están sujetas á menos perturbaciones accidentales y se hallan más próximas á la verdad universal de la naturaleza. Estas observacio-

nes se aplican más manifiestamente aun al primero de los tres modos de reducción. Cuando la ley de un efecto de causas combinadas es reducida á las leyes separadas de estas causas, la naturaleza del caso implica que la ley del efecto es menos general que la de una cualquiera de las causas, puesto que no subsiste sino cuando estas causas están combinadas; mientras que la ley de cada una de las causas se mantiene tanto en este caso como cuando la causa obra aparte. No es menos evidente, que la ley compleja será con más frecuencia inaplicable que las leyes más simples de las cuales resuta, ya que todo accidente que anule estas leyes suprime la parte de efecto que de ella depende, y por ende anula la ley compleja. La simple oxidación, por ejemplo, de una pequeña parte de una gran máquina basta comúnmente para impedir el efecto que produciría el juego de todas sus partes. La ley del efecto de una combinación de causas está siempre sometida á la totalidad de las condiciones negativas á las cuales está sometida la acción de todas las causas separadamente.

Hay otra razón igualmente fuerte para que la ley de un efecto complejo sea menos general que la ley de las causas que concurren á producirla. Con frecuencia obrando las mismas causas según las mismas leyes y no difiriendo más que por sus proporciones en la combinacióu, producen efectos que no difieren solamente en cantidad sino también en especie. La combinación de una fuerza centrípeta con una fuerza proyectil, en las proporciones en que se hallan en todos los planetas y satélites de nuestro sistema solar, engendra un movimiento elíptico; mas por poco que la proporción respectiva de las dos fuerzas se altere se demuestra que el movimiento producido será un círculo, una parábola ó una hipérbola; se presume que esto es lo que acontece para algunos cometas. Siempre la ley del movimiento parabólico será reductible á las mismas leyes simples en que se resuelve el movimiento elíptico, á saber, la ley de la persistencia del movimiento rectilíneo y la ley de la gravitación. Si, pues, en la serie de los tiempos sobreviniera alguna circunstancia que sin

destruir la ley de cada una de estas fuerzas, alterara solamente su proporción (el choque, por ejemplo, de algún cuerpo, ó el efecto acumulado de la resistencia del medio en el que se ha supuesto se verifican los movimientos celestes) el movimiento elíptico se cambiaría en otra sección cónica; y la ley compleja de que los movimientos de los planetas se cumplen en una elipse perdería su universalidad, sin disminuir en nada la universalidad de las leyes más simples á que esta ley compleja se reduce. En resumen, la ley de cada una de las fuerzas concurrentes permanece la misma, cualquiera que sea la variación que pueda experimentar su colocación; pero la ley de su efecto en conjunto varía con las diferencias de colocación. Basta esto para mostrar que las leyes elementales deben ser más generales que cualesquiera de las leyes complejas de que derivan.

5. Además de los dos modos precedentes de reducción de las leyes, hay un tercer modo, en el cual es de suyo evidente que las leyes á las cuales se reducen son más generales que

ellas mismas. A este tercer modo se le llama la *subsumption* de una ley bajo otra, ó lo que es lo mismo, la aglomeración de muchas leyes en una ley más general que las encierre á todas. El ejemplo más magnífico de esta operación fué la reunión de la pesantez terrestre y de la fuerza central del sistema solar bajo la ley general de la gravitación. Se había probado anteriormente que la tierra y los otros planetas tienden hacia el sol y se sabía desde mucho tiempo que los cuerpos terrestres tienden hacia la tierra. Estos fenómenos eran semejantes y para que pudiesen ser resumidos en una ley única era necesario probar solamente que siendo los efectos semejantes en calidad, lo eran también en cantidad. Y desde luego, esto se reconoció verdadero para la luna, que concordaba con los cuerpos terrestres, no solamente porque ella tiende haciá un centro sino porque este centro es la tierra. Habiéndose reconocido que la tendencia de la luna hacia la tierra varia en razón inversa del cuadrado de la distancia, se dedujo directamente por el cálculo, que si la luna estuviese

tan cerca de la tierra como los cuerpos terrestres y la fuerza tangencial fuese suspendida, caería sobre la tierra recorriendo tantos piés por segundo cuantos recorren estos cuerpos en virtud de su peso. De ahí la conclusión irresistible de que también en virtud de su peso la luna tiende hacia la tierra y que los dos fenómenos no eran semejantes solamente por la calidad, sino que también eran idénticos en las mismas circunstancias por la cantidad, siendo casos de una sola y misma ley de causación. Y como ya se sabía que la tendencia de la luna hacia la tierra y la de la tierra y los planetas hacia el sol eran también casos de la misma ley de causación, la ley de todas estas tendencias y la ley de la pesantez terrestre fueron reconocidas idénticas y resumidas en una sola ley general, la de la gravitación.

De la misma manera, las leyes de los fenómenos magnéticos han entrado recientemente bajo las leyes conocidas de la electricidad. Así es ordinariamente como se llega á las leyes generales de la naturaleza, aproximándose á ellas paso á paso. En efecto: para obtener

por una inducción rigurosa, de las leyes que existen en esta infinita variedad de circunstancias, leyes bastante generales que sean independientes de todas las diferencias de lugar y tiempo observables, casi siempre es preciso recurrir á diversos órdenes de experiencias y de observaciones, hechas en diferentes tiempos por diferentes investigadores. Se descubre al principio una parte de la ley y después otra; una serie de observaciones manifiesta que la ley se sostiene bajo ciertas condiciones, y otra, que vale bajo condiciones diferentes, y combinando estas condiciones se encuentra al fin que la ley subsiste bajo condiciones mucho más generales y aun universales. En estos casos, la ley general es literalmente la suma de todas las leyes parciales; es el reconocimiento de la misma secuencia en casos diferentes, y puede, de hecho, considerarse como un simple momento del procedimiento de eliminación. Esta tendencia de un cuerpo hacia otro, que al presente llamamos la gravedad, no se había observado al principio más que en la superficie de la tierra, donde se manifesta-

ba solamente como tendencia de todos los cuerpos hacia la tierra, y en consecuencia podía ser atribuida á una propiedad particular de la tierra misma; pero una de las circunstancias, la proximidad de la tierra, no había sido eliminada. La eliminación de esta circunstancia exigía una nueva serie de casos observados en otras partes del universo; estos casos no podían crearse y aunque la naturaleza los hubiese producido para nosotros, no estábamos favorablemente colocados para observarlos. La labor de hacer estas observaciones se dividió naturalmente entre los que estudiaban los fenómenos terrestres en diferentes lugares, y esa labor ofrecía el mayor interés á una época en que se querían explicar los fenómenos del cielo por los de la tierra, confundiendo cosas radicalmente distintas. Sin embargo, cuando los movimientos celestes se determinaron exactamente y se demostró por los procedimientos deductivos, que sus leyes concordaban con las de la pesantez terrestre; las observaciones del cielo suministraron casos en que la circunstancia de la proximidad de

la tierra quedaba rigurosamente excluida, y probaron que en el fenómeno original, esto es, la pesantez de los cuerpos terrestres, la tierra no era como tal, la causa del movimiento ó de la presión, sino una circunstancia común á este caso y á los fenómenos celestes, á saber, la presencia de algún cuerpo considerable situado á cierta distancia.

6. Hay, pues, tres modos de explicación de las leyes de causación, ó lo que es lo mismo, de reducción de las leyes á otras leyes. El primero consiste en reducir la ley de un efecto de causas combinadas á las leyes separadas de las causas; el segundo en reducir la ley que enlaza entre sí dos anillos lejanos en la cadena de causación, á las leyes que enlazan cada uno de dichos anillos á los anillos intermediarios. Por medio de estos dos modos, una ley única se resuelve en dos ó más leyes; por el tercero, dos ó más leyes se resuelven en una, siempre que sosteniéndose la ley en casos de diferentes órdenes, se concluye que lo que es verdadero de cada uno de estos casos diferentes lo es bajo ciertas condiciones más ge-

nerales, constituídas por lo que todas estas clases de casos tienen de común. Aquí se puede notar, que esta última operación no está sujeta á ninguna de las incertidumbres de la inducción por el método de concordancia, ya que no hay necesidad de suponer que el resultado deba extenderse por vía de inferencia á otras clases de hechos que no sean aquellos que la han producido por comparación.

En estos tres procedimientos hemos visto que las leyes se reducen á leyes más generales, que abrazan todos los hechos comprendidos en las primeras y otros hechos más. También en los dos primeros modos las últimas leyes obtenidas son más ciertas, ó en otros términos, más universalmente verdaderas que las que han absorvido. Estas últimas no son propiamente leyes de la naturaleza, cuyo carácter esencial es ser universalmente verdaderas; son *resultados* de estas leyes, solamente verdaderas en general bajo condición. En el tercer caso, no existe esta diferencia, puesto que las leyes parciales constituyen de hecho la ley general y una excepción de aquellas sería también una excepción de ésta.

Por medio de estos tres procedimientos se extiende el campo de la ciencia deductiva, porque así reducidas las leyes pueden ser demostrativamente deducidas de las leyes en que se resuelven. Ya se ha indicado, que la misma operación deductiva que prueba una ley de causación que no se conocía, sirve para explicarla cuando es conocida.

La palabra explicación se toma aquí en su acepción filosófica. Como se ha dicho, explicar una ley de la naturaleza por otra es solamente sustituir un misterio á otro; el curso general de la naturaleza permanece siempre misterioso, porque no podemos asignar un *porque* ni á las leyes más generales ni á las parciales. En la explicación se puede usar de un misterio familiar, que por esta circunstancia no parece ser tal misterio, en lugar de otro que es extraño para nosotros; y esto es en el lenguaje usual lo que se entiende por explicación. Pero en el procedimiento de que aquí se trata se hace todo lo contrario; se resuelve un fenómeno que nos es familiar en otro que poco ó nada conocemos, como por ejemplo,

cuando se reduce el hecho vulgar de la caída de los cuerpos pesados á la tendencia de todas las moléculas materiales las unas hacia las otras. Jamás, pues, debe perderse de vista, que cuando en la ciencia se habla de explicar un fenómeno, esto quiere decir (ó debería decir), que se ha de asignar con tal fin no un fenómeno más familiar, sino solamente un fenómeno más general, del cual sea un ejemplo parcial el hecho que se va á explicar; ó bien que deben asignarse algunas leyes de causación que lo produzcan, por su acción combinada ó sucesiva, y por las cuales, consiguientemente, puedan determinarse deductivamente sus condiciones. Cada operación de este género nos aproxima un poco más á la respuesta á la cuestión indicada en otro capítulo como el problema total de la investigación de la naturaleza, á saber: ¿cuáles son las suposiciones que admitidas en el menor número posible darían por resultado el orden de la naturaleza tal como existe? ¿Cuáles son las proposiciones generales, en el menor número posible, de las cuales pudieran deducirse todas las uniformidades existentes en la naturaleza?

Se dice algunas veces que explicar ó resolver así las leyes es dar cuenta de ellas; pero esta expresión carece de exactitud si se quiere significar algo más que lo que acabamos de indicar. Los espíritus no habituados á pensar exactamente tienen comúnmente la idea confusa de que las leyes generales son las *causas* de las leyes parciales; que, por ejemplo, la ley de la gravitación universal, es la causa de la caída de los cuerpos sobre la tierra. Pero así se haría un mal empleo de la palabra causa. La pesantez de los cuerpos no es un efecto de la gravitación general; es un caso, es decir, un ejemplo particular de su presencia. Dar cuenta de una ley de la naturaleza no significa otra cosa, que asignar las leyes más generales y las colocaciones de estas leyes, las cuales una vez supuestas, las leyes parciales se siguen sin nueva suposición.

LECCIÓN XVI.

Ejemplos diversos de la explicación de las leyes de la naturaleza.

1. El ejemplo más sorprendente que ofrece la historia de la ciencia de la explicación de las leyes de causación y de otras uniformidades de sucesión de los fenómenos, por su reducción á leyes más simples y más generales, es el de la gran generalización newtoniana. Tanto se ha hablado ya de este ejemplo típico, que basta recordar aquí el número y variedad de uniformidades especiales que explica esta teoría, ya como casos particulares ya como consecuencias de una sola ley muy simple de la naturaleza universal. Este simple hecho de la tendencia mutua de todas las partículas de la materia, en razón inversa del cuadrado de la distancia, explica á la vez la caída de los cuerpos sobre la tierra, las revoluciones de los planetas y de sus satélites, los movimientos de los cometas, y todas las regularidades observadas en esta clase de fenómenos, tales como la figura elíptica de las órbitas y

sus desviaciones de la elípse perfecta, la relación de la distancia de los planetas al sol durante su revolución, la precesión de los equinoxios, las mareas y un gran número de verdades astronómicas de menos importancia.

También hemos citado en el capítulo precedente la explicación de los fenómenos del magnetismo por las leyes de la electricidad. Las leyes especiales de la acción magnética se han referido por deducción á las leyes de la acción eléctrica, considerándolas como casos particulares de aquella. Otro ejemplo menos completo, pero más fecundo en consecuencias, porque ha sido el punto de partida del estudio realmente científico de la fisiología, estudio comenzado por Bichat y proseguido por otros biologistas, es la asimilación de las propiedades de los órganos y aparatos de la economía á las propiedades de los tejidos en que se descomponen anatómicamente.

Ótro ejempto todavía, y no menos notable, es la generalización de Dalton comunmente llamada la teoría atómica. Desde que se hicieron las primeras indagaciones exactas de la

química, se sabía que dos cuerpos no se combinan químicamente sino en cierto número de proporciones; pero estas proporciones se indicaban en cada caso por un tanto por ciento, esto es, tal cantidad en peso de cada componente por 100 del compuesto (como 35 y una fracción de uno de los elementos y 64 y una fracción del otro). En esta fórmula no se expresaba la relación entre la proporción en que un elemento dado se combina con una substancia y la de su combinación con otra. El adelanto de Dalton consistió en reconocer que se podía establecer para cada substancia una unidad de peso, de suerte que suponiendo que la sustancia entra en todas sus combinaciones en proporción de esta unidad ó de un submúltiplo de ella, resultan todas las proporciones expresadas por el tanto por ciento. Así, suponiendo que 1 sea la unidad del hidrógeno y 8 la del oxígeno, la combinación de una unidad de hidrógeno y de una unidad de oxígeno producirá la exacta proporción de peso que tienen las dos sustancias en el agua. La combinación de una unidad de hidrógeno con dos

unidades de oxígeno daría la proporción que existe en otro de los compuestos de estos dos elementos, el peróxido de hidrógeno; y las combinaciones de hidrógeno y de oxígeno con todas las otras sustancias corresponderían á la suposición de que estos cuerpos entran en la combinación por uno, dos ó tres unidades de los números que les están asignados, 1 y 8, y los otros cuerpos por uno, dos, tres unidades de los números propios á cada uno de ellos. Se sigue de esto, que una tabla de los números equivalentes, ó como se les llama, de los pesos atómicos de todos los cuerpos, contiene y explica fácilmente todas las proporciones en que un cuerpo simple ó compuesto puede unirse químicamente con otro cuerpo cualquiera.

2. Las indagaciones del profesor Graham suministran algunos ejemplos interesantes de explicación de antiguas generalizaciones por leyes nuevamente descubiertas. Este químico eminente es quien primero ha llamado la atención acerca de una división de todos los cuerpos en dos clases, que distingue bajo los nombres de *cristaloides y coloides;* ó mejor di-

cho, divide todos los estados de la materia en estados cristaloides y estados coloides, porque muchas sustancias pueden existir bajo estos dos estados. Las propiedades sensibles de un cuerpo coloide son muy diferentes de las que presenta cuando está cristalizado ó que fácilmente puede cristalizar. Las sustancias coloides pasan muy difícilmente y de un modo muy lento al estado cristalino, y son químicamente muy inertes; combinadas con el agua se hacen siempre más ó menos viscosas y gelatinosas. Los ejemplos más notables de este estado se encuentran en ciertas materias animales y vegetales, como la gelatina, la albumina, el almidón, las gomas, el caramelo, el tanino, etc.; y entre las sustancias no orgánicas, el ácido cilícico hidratado, la alúmina hidratada y otros peróxidos metálicos de aluminio.

Ahora, se observa que las sustancias coloides se dejan penetrar fácilmente por el agua y las disoluciones de sustancias cristaloides; pero difícilmente se penetran entre sí. Esto suministró al profesor Graham un procedimiento muy seguro (llamado *dialisis*) para se-

parar las sustancias cristaloides contenidas en un líquido, haciéndolas atravesar una espesa capa de materia coloide, que no deja pasar sino una pequeña cantidad de lo que es coloide. Por esta propiedad de los coloides, Graham pudo darse cuenta de un gran número de resultados particulares de observación, hasta entonces inesplicables.

Así, por ejemplo: los cristaloides solubles son siempre muy sápidos, mientras que los coloides solubles son notablemente insípidos, lo que se explica admitiendo que las extremidades de los nervios del paladar están probablemente protegidos por una membrana coloide, impermeable á los otros coloides, de suerte que estos verosímilmente nunca se hallan en contacto con los nervios. También se ha observado que las gomas vegetales no son digeridas en el estómago; sucede que las membranas de este órgano dializan los alimentos solubles, absorviendo los cristaloides y desechando los coloides. Quizá la misma ley pudiera explicar uno de los misteriosos fenómenos de la digestión, á saber: la secreción del ácido clor-

hídrico libre por las membranas gástricas. Finalmente, la circunstancia de ser coloides las membranas, arroja mucha luz acerca de los fenómenos de endósmosis (paso de los fluídos al través de las membranas animales).

La propiedad que poseé la sal de preservar las materias animales de la putrefacción es reducida por Liebig á dos leyes más generales, que son: la fuerte afinidad de la sal por el agua y la necesidad de la presencia del agua como condición de la putrefacción. Aquí el fenómeno intermediario entre la causa lejana y el efecto, no es simplemente inferido; se le ve directamente, porque es un hecho de observación vulgar, que la carne á la que se le ha echado sal, baña en salmuera.

El segundo de los dos factores (que así se les puede llamar) de la ley precedente, la necesidad del agua para la putrefacción, es un ejemplo de la reducción de las leyes. La misma ley se prueba por el método de la diferencia, pues la carne completamente desecada no se descompone, como se ve en las provisiones de esta clase de carne y en los cadáveres hu-

manos en los climas muy secos. La teoria de Liebig da también una explicación deductiva de la misma ley. La putrefacción de las materias animales y de otros cuerpos azoados es una acción química por la cual estas sustancias se volatilizan gradualmente bajo forma de gases, principalmente ácido carbónico y amoniaco. Para convertir el carbono de las materias animales en ácido carbónico es necesario el oxígeno; y para convertir el ázoe en amoniaco se necesita hidrógeno; pero estos son los elementos del agua. La extremada rapidez de la putrefacción de las sustancias azoadas, comparativamente á la descomposición lenta y gradual por el oxígeno sólo, de las materias no azoadas (como la madera y otras), la explica Liebig por esta ley general: los cuerpos son descompuestos más fácilmente por la acción de dos afinidades diferentes sobre dos de sus elementos, que por la acción de una sola. (Véase la nota al fin de esta Lección.)

3. Entre las propiedades importantes de los nervios, descubiertas ó admirablemente elucidadas por el doctor Brown-Séquard, es-

cojeré la influencia refleja del sistema nervioso sobre la nutrición y las secreciones. Se entiende por acción refleja la acción que una parte del sistema nervioso ejerce sobre otra, sin intermedio del cerebro, y consecuentemente sin conciencia, ó que si pasa por el cerebro produce sus efectos independientemente de la voluntad. Experiencias numerosas prueban que la irritación de un nervio en una región del cuerpo puede producir una fuerte exitación en otra. Así, los alimentos introducidos en el estómago, por el esófago previamente abierto, provocan la secreción de la saliva; el agua caliente inyectada en la porción inferior del intestino exita la secreción del jugo gástrico, etc. Probada así la realidad de esta acción, se explica por su medio un gran número de fenómenos en apariencia anormales, entre los cuales tomo los siguientes de las *Lecciones sobre el Sistema nervioso* de M. Brown-Séquard.

La producción de las lágrimas por la irritación del ojo ó de la membrana mucosa de la nariz.

Las secreciones de los ojos y de la nariz aumentadas por la exposición al frío de otras partes del cuerpo.

La inflamación de un ojo, sobre todo por causa traumática, determina con frecuencia una afección semejante en el otro ojo, que puede curarse por la sección del nervio intermediario.

La ceguera producida algunas veces por una neuralgia, y curada al instante por la extracción de un diente.

Una catarata puede producirse en un ojo sano por la catarata del otro, por una neuralgia ó por una herida del nervio frontal.

El fenómeno tan conocido de la súbita detención de la acción del corazón y por consiguiente de la muerte, por la irritación de algunas extremidades nerviosas como por ejemplo, la ingestión de agua helada, un golpe sobre el abdomen ú otra exitación súbita del nervio simpático abdominal, aunque una irritación bastante fuerte de este nervio no detenga la acción del corazón cuando los nervios de comunicación han sido cortados.

Los efectos extraordinarios producidos en los órganos interiores por una quemadura extensa de la superficie del cuerpo, tales como la inflamación violenta de las vísceras del abdomen, del pecho, de la cabeza, que son la causa más frecuente de la muerte en estos casos.

La parálisis y la anestesia de una parte del cuerpo determinadas por una neuralgia de otra parte; y la atrofia muscular resultante de una neuralgia, aun sin parálisis.

El tétano ocasionado por la lesión de un nervio. La hidrofobia, según el doctor Brown-Séquard será muy probablemente un fenómeno de la misma naturaleza. (Hoy está probado que el tétano y la hidrofobia son enfermedades producidas por microbios especiales, que desarrollan toxinas.) Las alteraciones de nutrición del cerebro y de la médula espinal, que se manifiestan en la epilepsia, la corea é histerio y otras enfermedades, determinadas por la lesión de las extremidades nerviosas de partes lejanas, por gusanos, cálculos, tumores, huesos cariados y en algunos casos por una irritación muy ligera de la piel.

4. Por estos ejemplos y otros semejantes, se puede juzgar cuán importante es, cuando se da á conocer una ley ó se aclara experimentalmente una ya conocida, examinar todos los casos que ofrecen las condiciones necesarias del funcionamiento de esta ley; procedimiento fecundo en descubrimientos de leyes especiales aun no sospechadas y en explicaciones de otras leyes ya conocidas empíricamente.

Está probado, por ejemplo, principalmente por las investigaciones del profesor Graham, que los gases tienen una gran tendencia á atrevesar las membranas animales y á esparcirse en las cavidades cerradas por estas membranas, no obstante la presencia de otros gases en estas cavidades. Partiendo de esta ley general, y examinando los casos en que los gases se hallan contiguos á las membranas, se pueden demostrar ó explicar las siguientes leyes, que son más especiales:

1º Cuando el cuerpo del hombre ó de un animal está en contacto con un gas, que no contenga interiormente el cuerpo, lo absorve rápidamente; por ejemplo, los gases de las

materias pútridas, lo que pudiera servir para explicar la malaria.

2º El gas ácido carbónico de las bebidas fermentadas, desarrollado en el estómago, atraviesa las membranas de este órgano y se difunde rápidamente en todo el sistema, donde probablemente se combina con el hierro de la sangre.

3º El alcohol ingerido en el estómago se vaporiza y se difunde con gran rapidez por toda la economía. Esto, unido á la gran combustibilidad del alcohol, es decir, á su pronta combinación con el oxígeno, explicaría el calor que desarrollan inmediatamente los licores espirituosos.

4º Cuando en ciertos estados del organismo se forman gases en su interior, estos gases se exhalan rápidamente por todas las partes del cuerpo, y de ahí la rapidez con la cual en ciertas enfermedades, se infecta la atmósfera ambiente.

5º La putrefacción de las partes interiores de un cadáver se hará con la misma rapidez

que la de las partes exteriores, á consecuencia de la pronta salida de los productos gaseosos.

5. A estos ejemplos tomados de las ciencias físicas agregaremos uno sacado de las ciencias morales. Una de las leyes más simples del espíritu es, que las ideas de placer ó de pena se asocian más fácilmente y con mayor fuerza que otras, es decir, que aquella asociación se establece por menor número de repeticiones y que es más durable.

Esta es una ley experimental fundada en el método de diferencia. Por medio de esta ley se pueden determinar y explicar deductivamente muchas leyes mentales especiales, reconocidas por la experiencia. Por ejemplo: la facilidad y la rapidez con que se despiertan los pensamientos ligados á nuestras pasiones ó á nuestros más caros intereses y la fuerza con que se fijan en la memoria los hechos á que se refieren; la vivacidad de nuestros recuerdos respecto á las más pequeñas circunstancias de un objeto ó de un suceso que nos ha interesado profundamente, y de los lugares y tiempos en que hemos sido muy felices ó

muy desgraciados; el horror que nos causa la vista del instrumento accidental de un suceso que nos ha afectado penosamente y del sitio donde se verificó; y el placer que experimentamos por todo lo que nos recuerda nuestras dichas pasadas; todos estos efectos, proporcionales al grado de sensibilidad de cada individuo y á la intensidad correspondiente de la pena ó del placer, son originados por la asociación. Un escritor de talento, en un artículo biográfico sobre el doctor Priestley, inserto en una revista mensual, ha tratado de mostrar que esta ley elemental de nuestra constitución mental, seguida en todas sus consecuencias, explicaría un gran número de fenómenos hasta la fecha inesplicables, y en particular algunos relativos á las diversidades fundamentales del carácter y del espíritu. Siendo las asociaciones de dos clases, unas entre impresiones sincrónicas y otras entre impresiones sucesivas, y manifestándose con una energía particular en las primeras la influencia de la ley en virtud de la cual la fuerza de las asociaciones es proporcional á la intensidad de las impre-

siones de placer y de pena, el mismo escritor observa, que en los individuos dotados de una viva sensibilidad orgánica, son las sensaciones sincrónicas las que probablemente predominan y producirán una tendencia á concebir las cosas concretamente, bajo formas coloreadas, ricas en atributos y detalles, disposición de espíritu que se llama imaginación y que es una de las facultades del pintor y del poeta; en tanto que los hombres menos impresionables tendrán una tendencia á asociar los hechos de preferencia en su orden de sucesión, y si tienen una elevada inteligencia se darán más á la historia ó á las ciencias que al arte. El autor de la presente obra ha ensayado en otro lugar llevar más adelante esta interesante especulación y examinar hasta qué punto podría servir para explicar las particularidades del temperamento poético. Es esto, por lo menos, un ejemplo, que á falta de otros, puede servir para mostrar cuán vasto campo se abre á la investigación deductiva en esta ciencia tan importante y tan poco avanzada del espíritu humano.

6. Acumulando así ejemplos del descubrimiento y de la explicación de las leyes especiales de los fenómenos, por deducción de leyes más simples y más generales, hemos querido caracterizar claramente y colocar en su rango legítimo de importancia el método deductivo, que en el estado actual de la ciencia está destinado á predominar en el porvenir en las investigaciones científicas. En este momento se hace en filosofía, progresiva y apaciblemente, una revolución inversa de aquella á la cual Bacon ha unido su nombre. Este grande hombre reemplazó el método deductivo por el método experimental. Al presente el método experimental vuelve rápidamente al método deductivo. Pero las deducciones proscritas por Bacon eran las sacadas de premisas inconsultas ó arbitrarias. No se establecían los principios según las reglas legítimas de la investigación experimental, ni sus resultados eran certificados por el indispensable elemento de un método deductivo racional, la verificación por la experiencia específica. Entre el método deductivo antiguo y el que

he procurado caracterizar, existe toda la diferencia que hay entre la física aristotélica y la teoría newtoniana del cielo.

NOTA relativa á la ley de Brown-Séquard (2ª P., Lec. XIII, pág. 137). Según los señores F. Viault y F. Jolyet, la rigidez muscular es el resultado del proceso de formación y de coagulación de la miosina, á expensas de sus generadores que existen en el plasma de los músculos vivos.... La rigidez cadavérica tiene por causa próxima la formación y la retención en el músculo del ácido láctico formado á expensas del glicógeno que desaparece. (Tratado Elemental de Fisiología Humana, 2ª edición).

Estos nuevos descubrimientos no están en contradicción con la ley de Brown-Séquard, ley que queda subsistente como una verdad adquirida por la ciencia.

Respecto á la putrefacción, los mismos autores dicen: "Hoppe-Seyler ha mostrado que el hecho esencial de la putrefacción es una modificación del equilibrio molecular de la sustancia que se pudre con trasporte del O. del átomo H. al átomo C., de donde derivan fenómenos secundarios que dan nacimiento á productos muy numerosos: ácidos grasos volátiles, amoniacos, leucina, tirosina, CO_2, HS, H. y Az. y este hecho se cumple por los fermentos figurados, vibriones, bacterias, etc. Pero los elementos anatómicos del organismo parecen gozar de propiedades análogas á las de estos fermentos y comportarse como ellos. Se puede, pués, hasta cierto punto decir con Mitscherlich que "la vida no es más que una podredumbre." La fermentación caracteriza, pues, la química viviente y entra así su estudio en el dominio de la fisiología general."

TERCERA PARTE

Filosofía y Lógica de las ciencias.

Las consideraciones generales sobre las doctrinas de las ciencias positivas, sirven de fundamento al sistema filosófico de Augusto Comte. Este filósofo ha formulado los principios generales de la ciencia. Vamos á entrar en aquellas consideraciones, siquiera sea de un modo general, siguiendo el orden de la clasificación de las ciencias, que antes hemos establecido.

LECCIÓN I.

MATEMÁTICAS.

Definición y objeto de las matemáticas.—Idea de la cantidad, su definición y división.—División de las matemáticas.—Axiomas de las matemáticas.—Idea de unidad y de número.

1. Definición y objeto de las matemáticas.—*Matemáticas* son las ciencias que tratan de la cantidad en general. Su objeto es medir las cantidades y determinar las rela-

ciones que tienen entre sí. Son las ciencias deductivas por excelencia.

Hay cantidades *inmensurables* ó que no pueden medirse y éstas no pueden ser objeto de las matemáticas.

2. Idea de la cantidad, su definición y división.—Según la ley de relatividad, percibimos la diferencia ó contraste entre el *más* y el *menos*, ya se refiera el hecho á nosotros mismos ó á los objetos exteriores. Esta percepción es la idea de cantidad. Por eso se dice, que *cantidad* es todo lo que es susceptible de aumento ó disminución ó todo lo que puede ser más ó menos.

Como se ve, la cantidad es atributo común al sujeto y al objeto; pero la relativa al sujeto no ha podido hasta ahora someterse á medida, como un placer, un dolor, y en consecuencia, no es objeto de la matemática. Por el contrario, es del dominio de esta ciencia la que se refiere á las propiedades del objeto, como la extensión, el tiempo, el peso, el movimiento, etc.

La cantidad se divide en discreta, continua

é intensiva. La *discreta* es la numérica y es la mejor definida. La *contínua* es la extensión, el tiempo. La *intensiva* es la fuerza. Estas dos últimas pueden expresarse numéricamente.

La cantidad discreta considerada en abstracto es el objeto de la aritmética y del álgebra. La extensión es el objeto de la geometría y la fuerza lo es de la mecánica. El cómputo ó cálculo del tiempo es la cronología.

3. División de las matemáticas.—La aritmética y el algebra y en general el análisis matemático, se designan con el nombre de *matemáticas abstractas*. La geometría y la mecánica son *matemáticas concretas*.

También se dividen las matemáticas en puras y mixtas. Las *puras* tratan de la cantidad, abstracta ó concreta, sin hacer aplicación de los principios á los objetos. Abarcan, por consiguiente, las matemáticas abstractas y las concretas. Las *mixtas* hacen aplicación de los principios y procedimientos á los objetos ó á las cuestiones prácticas. Algunos autores, como Duhamel llaman matemáticas puras sola-

mente á la ciencia del número y á la de la extensión.

4. Axiomas de las matemáticas.—Hemos dicho que los axiomas son los principios fundamentales de una ciencia (2ª Parte, L. VIII, 3). Deben tener el carácter de primitivos ó no deducidos de otros principios y además deben ser proposiciones reales y no verbales.

Bain dice con razón, que no es una buena definición del axioma la de considerarlo como una proposición *evidente por sí misma*, porque no es siempre así. Algunos axiomas son evidentes por sí mismos y otros no lo son, al paso que muchos principios que no deben ser considerados como axiomas son, no obstante, evidentes por sí mismos. En matemáticas no hay más que dos axiomas que merezcan este nombre y son:

1º Varias cosas iguales á otra son iguales entre sí.

2º Las sumas de cantidades iguales son iguales. Estos axiomas son los dos primeros de los doce que establece Euclides en su geometría. Los otros diez son:

3º Si de cantidades iguales quitamos cantidades iguales los restos serán iguales.

4º Si á cantidades iguales añadimos cantidades desiguales, las sumas serán desiguales.

5º Si de sumas desiguales quitamos sumas iguales, los restos serán desiguales.

6º Los duplos de la misma cantidad son iguales.

7º Las mitades de una misma cantidad son iguales.

8º Las cantidades que coinciden y tienen los mismos límites son iguales.

9º El todo es mayor que la parte.

10. Todos los ángulos rectos son iguales.

11. Dada una línea recta y un punto exterior á esta línea, de todas las líneas rectas que pueden ser tiradas por este punto, una sola será paralela á la recta dada.

12. Dos líneas rectas no pueden encerrar un espacio.

Á estas proposiciones se añaden en los textos modernos de Euclides, con el nombre de axiomas, los tres siguientes:

13. Si dos cosas son iguales, y una tercera

es mayor que una de las dos, será también mayor que la otra.

14. Si A es mayor que B, y B es mayor que C, con mayor razón A es mayor que C.

15. Entre todas las líneas que unen dos puntos debe haber una de tal clase que no haya otra más corta que ella, y que si la hay, ésta será la más corta.

Cuando se hace un análisis de todos estos principios se reconoce, que los cinco, del 3º al 7º, se deducen de los dos primeros. El 8º es una definición de la igualdad. El 9º implica la idea de suma. El 10º va implícito en la definición de ángulo recto. El 11º es un teorema. El 12º debe ser agregado á la definición de la recta. De los agregados, el 13º es una derivación de los axiomas propiamente dichos y constituye una proposición demostrable. El 14º es un principio que podrá demostrarse, y el 15º es una proposición que va implícita en el conocimiento de las líneas (Bain).

Esta distinción entre los principios axiomáticos y los que no lo son, no significa que estos últimos no sean de utilidad: por el contra-

rio, frecuentemente hay necesidad de emplearlos. Lo mismo decimos de los *postulados*, que son ciertos principios muy claros, bastante usados en la ciencia y que sin embargo no son axiomas.

5. Idea de unidad y de número.—Para medir ó determinar una cantidad es preciso disponer de algo conocido que sirva de término de comparación con la cantidad. Este término se llama *unidad* y el resultado de la comparación es un *número*. La idea más simple de unidad la obtenemos por la percepción de un *objeto sólo* de la naturaleza; y la de número por la agregación de varias unidades. La simple vista de un objeto nos da la idea de lo que llamamos *uno;* si se nos presentan 1+1, 1+1+1, etc., objetos, llamamos á estos conjuntos dos, tres, etc. De estas nociones *concretas* resulta la idea *abstracta* de número.

LECCIÓN II.

ARITMÉTICA.—ANÁLISIS MATEMÁTICO.

Definición de la aritmética, operaciones principales.—Principios en que se funda la numeración.—La suma como operación primordial de la aritmética; de esta noción derivan las demás nociones.—Definición del análisis matemático y ramos que comprende.—Análisis general: ecuación, igualdad, identidad; ecuaciones determinadas, indeterminadas y más que determinadas; división de las ecuaciones según el grado.—Idea de la geometría analítica.

1. Definición de la aritmética, operaciones principales.—La *aritmética* es la ciencia de los números. Comprende las operaciones de expresión, cálculo y análisis de los números ó sea la numeración (expresión), suma, resta, multiplicación y división (cálculo) y las razones y proporciones (análisis). Por eso se define también la aritmética: la ciencia ó parte de las matemáticas que trata de la expresión, cálculo y análisis de los números.

2. Principios en que se funda la numeración.—Los números se expresan mediante el sistema que llamamos de *numeración*

decimal. Se funda éste en dos principios convencionales, que son los siguientes:

1º De diez unidades de un orden inferior se forma una unidad de orden superior.

2º Toda cifra puesta al lado de otra hacia la izquierda es diez veces mayor que si estuviera sola.

Pudieran expresarse los números en cualquier otro sistema, por ejemplo el binario, el ternario, el duodecimal; más por ventajoso que sea uno cualquiera de estos sistemas, no es posible á la fecha hacer una sustitución.

3. La suma como operación primordial de la aritmética; de esta noción derivan las demás nociones.—La operación primordial de la aritmética es la *suma ó adición.* Formamos idea de esta operación por la experiencia, colocando varios objetos ó grupos de objetos, que se hallen en diferentes lugares en un sólo lugar; pero no es posible dar una definición satisfactoria de la adición sin esta consideración previa.

De esta noción se derivan las demás.

La *sustracción ó resta* es la operación contra-

ria á la adición: del todo separamos *una parte*.

La *multiplicación* es una suma abreviada y la *división* una resta abreviada.

El *quebrado ó fracción* procede de la división.

Los *decimales* son una forma de fracciónes.

La *elevación á potencias* es multiplicación y la *extracción de raíces* una forma de división.

La *razón* es ó diferencia ó división, según que sea aritmética ó geométrica.

La *proporción* es igualdad de dos razones de una misma especie. Si es aritmética es la igualdad de dos diferencias; si es geométrica es la igualdad de dos cocientes.

Las *pogresiones* son proporciones indefinidas.

El *logaritmo* es un exponente.

Se ve que todas estas ideas se conexionan necesariamente con la primordial de la adición.

Los axiomas principales de la aritmética son los dos mencionados antes.

4. Definición del análisis matemático y ramos que comprende.—La parte de las matemáticas en que las cantidades son representadas por símbolos y las operaciones

ejecutadas por medio de signos se llama *análisis matemático.*

Los *símbolos* usados son las letras de nuestro alfabeto, mayúsculas y minúsculas y algunas del griego; y las operaciones fundamentales de adición, sustracción, multiplicación y división se hacen ó se indican por medio de los signos + (más), − (menos), × (multiplicado por) y ÷ (dividido por).

Una letra cualquiera a, b, x ó y, puede representar en el cálculo un número, una extensión, una fuerza; de suerte que por medio de las letras se representan las cantidades, sean concretas ó abstractas, conocidas ó desconocidas, comensurables ó inconmensurables, finitas ó infinitas.

El análisis matemático comprende tres ramos que son:

1º *Análisis general* ó cálculo de las funciones directas.

2º *Análisis trascendental* ó cálculo de las funciones indirectas, llamado también cálculo infinitesimal, dividido en cálculo diferencial y cálculo integral.

3º *Geometría analítica.*

5. Análisis general: ecuación, igualdad, identidad; ecuaciones determinadas, indeterminadas y más que determinadas; división de las ecuaciones según el grado.—Este análisis es el más elemental y lleva el nombre de *álgebra*, ciencia que por medio de los símbolos y los signos, generaliza todas las operaciones que se hacen con los números. Por eso se dice que el álgebra es una aritmética universal.

El objeto final del algebra es la resolución de las ecuaciones, es decir, la determinación de las cantidades desconocidas ó *incógnitas* por medio de las relaciones que éstas tienen con las *conocidas*.

Ecuación es una igualdad en que entran con las cantidades conocidas una ó más incógnitas.

La *igualdad* como término general no puede definirse. Es una identificación de la semejanza de dos ó más impresiones de conciencia ó la percepción de dos cosas semejantes en que no se notan diferencias. La igualdad perfecta en la naturaleza, no existe.

La *igualdad algebraica* implica la idea de que cada una de las dos cantidades de las cuales se afirma esa relación, contiene la misma unidad el mismo número de veces.

La *igualdad geométrica* entre dos figuras indica, igualmente, que cada una contiene el mismo número de veces la misma unidad de medida. Euclides la define: la coincidencia visible de las magnitudes extensas.

La *identidad* es una igualdad que se verifica por cualesquiera valores de sus letras; á diferencia de la ecuación que sólo se verifica por ciertos valores de la incógnita ó incógnitas que contenga.

Ejemplo de una ecuación:

$$ax+b=c \quad (x \text{ es la incógnita}).$$

Ejemplos de identidades:

$$a=a,\ (a+b)r=ar+br,\ (a+b)\ (a-b)=a^2-b^2,$$
$$(a+b)^2=a^2+2ab+b^2.$$

Todas estas expresiones son igualdades.

Una ecuación que contiene una sola incógnita se llama *determinada*. Si contiene dos ó más incógnitas es *indeterminada*, y si hay más

ecuaciones que incógnitas el problema es *más que determinado.*

La ecuación $x+y=16$ es indeterminada; los valores de y, por ejemplo, dependen de los que se den á x, pudiéndose obtener así una infinidad de valores para y. Se ve que el valor de las incógnitas varía á cada supuesto y por esto se las llama *variables.* La variable á la cual se dan valores arbitrarios se llama *variable independiente* y la otra cuyos valores dependen de ésta se llama *función.*

Las funciones simples de los números no son otra cosa que la expresión de sus relaciones elementales de suma, resta, multiplicación y división. El álgebra puede definirse, el cálculo de las funciones directas.

Las ecuaciones se dividen en grados; de primero, de segundo, de tercer grado, etc., según que el exponente de la incógnita sea 1, 2, 3, etc. Una ecuación tiene tantas raíces ó valores de la incógnita como unidades tiene el exponente de la misma incógnita que da nombre á la ecuación.

La resolución de las ecuaciones, del tercer

grado en adelante, constituye la *teoría general de las ecuaciones.*

6. Idea de la geometría analítica.— La geometría analítica se ocupa de resolver las cuestiones relativas á las magnitudes extensas por medio del análisis algebraico. Por esto se llama también *aplicación del algebra á la geometría.*

Se debe á Descartes, ilustre matemático francés, la creación de la geometría analítica. Él observó que todas las magnitudes geométricas pueden ser expresadas por medio de los símbolos algebraicos y que en consecuencia todo cambio en la posición ó extensión de la magnitud geométrica produce igualmente un cambio en los símbolos que la representan. De aquí proceden expresiones analíticas llamadas ecuaciones de las magnitudes. De suerte que toda cuestión geométrica puede resolverse por su correspondiente ecuación algebraica.

"La gran innovación de Descartes, para expresar algebraicamente las curvas por coordenadas, cuyas relaciones en cada caso pueden

ser expresadas por una fórmula, abrió nuevos horizontes á las matemáticas.

"Las secciones cónicas por este invento, se hicieron relativamente fáciles; y las curvas más complicadas y más rebeldes á los esfuerzos de la geometría ordinaria, pudieron ser fácilmente estudiadas Este método fué también el paso necesario al cálculo diferencial" (Bain).

LECCIÓN III.

ANÁLISIS TRASCENDENTAL Ó CÁLCULO INFINITESIMAL.

Cantidades constantes y variables, función.—Representación geométrica de las funciones.—Método de Newton.—Método de Leibniz.—Método de Lagrange.

1. **Cantidades constantes y variables, función.**—Antes de dar una idea de los tres métodos de este cálculo, es conveniente decir qué se entiende por cantidades constantes y variables y por función, é indicar la representación geométrica de las funciones.

Llamamos *cantidades constantes* á aquellas que conservan siempre el mismo valor, y mientras nos referimos á ellas bastan las operaciones algebraicas para la resolución de todos los problemas. Mas esto deja de ser cierto si nos referimos á cantidades *variables.* Llámanse así las cantidades cuyo valor varía, pero de tal modo, que para llegar de un valor á otro tengan que pasar por todos los intermedios. Si la cantidad variable es independiente, podrá tomar sucesivamente todos los valores desde

$$-\infty \text{ á } \infty.$$

Si dos cantidades variables están ligadas de manera que fijando el valor de una de ellas el de la otra queda determinado, se dice que esta segunda es función de la primera. De manera que se designa con el nombre de *función*, todo valor correspondiente á una expresión que encierra una variable para un valor determinado de ésta. La relación entre variable y función es siempre recíproca; es decir, que cuando una cantidad es función de otra, esta segunda es función de la primera; porque si varían juntamente, á cada valor de la una co-

rresponde un valor determinado de la otra y, por lo tanto, son funciones una de otra. La ley de dependencia se expresa por una relación analítica llamada ecuación, cuya forma general es

$$y = f(x)$$

en la cual el segundo miembro representa una expresión cualquiera de x, como por ejemplo:

$$\frac{a^x}{\cos x}, \quad \frac{a}{\sqrt{1-x^2}}, \quad \log. \frac{x+\sqrt{x^2-a^2}}{x-\sqrt{x^2-a^2}}.$$

Para cada valor dado de x, tendrá cada una de estas expresiones un valor por lo general diferente, que se llama según lo dicho arriba, función.

2. Representación geométrica de las funciones.—En la figura adjunta observamos dos rectas perpendiculares entre sí, OX y OY, que forman un sistema de coordenadas rectangulares. Todo punto P queda determinado por las distancias á estas dos rectas, llamadas *eje de las abcisas* y *eje de las ordenadas* respectivamente, designándose las distancias

mismas con los nombres de abcisas y ordenadas. Siempre se considera x como variable independiente. Ahora bien, si x recorre todos los valores y pasará por una serie de valores cuyos extremos darán lugar á la formación de una línea por lo general curva. Pero los diferentes valores de y son funciones de x y al mismo tiempo puntos de la curva; luego la curva representa la marcha de la función, esto es, la curva MN es la representación geométrica de la función.

Las funciones pueden ser también de dos, tres ó más variables, siendo las representaciones geométricas en los dos primeros casos superficies ó cuerpos respectivamente. Función de más de tres variables carece de representación, por lo menos refiriéndonos á coordenadas rectangulares.

Todo lo que observamos en la naturaleza es por lo general función, de donde se deduce que casi todos los problemas son funcionales. Poco numerosos los problemas que envuelven sólo números discretos, son muchas veces artificiales. Siendo, pues, la función de tan

trascendental importancia, era preciso buscar métodos que permitiesen su cálculo, métodos cuyo conjunto constituye el *análisis trascendental.*

3. Método de Newton.—Newton considera que todas las magnitudes han sido engendradas por movimiento contínuo ó sea por fluxión. Así, una línea se obtiene por el movimiento de un punto, una superficie por el movimiento de una línea y un cuerpo por el de una superficie, siendo desde luego claro, que el movimiento aludido, no debe verificarse para tal efecto, en el mismo sentido de la magnitud respectiva sino en sentido diferente. La magnitud así obtenida se llama magnitud variable ó fluente ó simplemente variable. La velocidad con la cual crece la línea, por ejemplo, es la del punto que la engendra, y la velocidad de la superficie es la de la línea correspondiente, etc. Toda función contínua de dos magnitudes variables, puede representarse, como ya se vió, por una línea recta ó curva, que á su vez ha sido engendrada por un punto en movimiento. Ahora, es evidente

que la idea de este movimiento del punto da origen á otras dos: la del tiempo y la de la velocidad.

En efecto, figurémonos una ordenada AP, que se mueve paralelamente á sí misma sobre el eje de abcisas, moviéndose al mismo tiempo un punto P de la ordenada con la velocidad determinada por la igualdad $y=f(x)$. Al punto en referencia corresponden, pues, dos movimientos, uno en la dirección del eje de las abcisas, que es uniforme, y otro en dirección del eje de las ordenadas, que es uniforme si la ecuación $y=f(x)$ es de primer grado y variado si es de grado superior. En este último caso la velocidad varía de punto en punto, siendo la dirección en cada instante la de la tangente á la curva en el punto correspondiente, quedando siempre la curva determinada por $y=f(x)$. Para evitar las cantidades infinitamente pequeñas, llama Newton *fluxión* al camino recorrido por el punto P en dirección del eje de las abcisas en la unidad de tiempo.

Todo movimiento del referido punto P en la dirección indicada, está ligado á un movi-

miento en el otro sentido, correspondiendo así un tercero al tiempo.

Estas tres modificaciones en la posición del punto con respecto á lugar y tiempo, son las tres fluxiones de Newton ó los tres incrementos. De estos el perteneciente al tiempo se considera siempre igual á la unidad. Ahora, según Newton, no deben tomarse las razones de estos incrementos ni antes ni después, sino en el momento de anularse el que corresponde á la dirección del eje de las abcisas. Todos los autores están de acuerdo en que así consideradas las fluxiones se reducen á los infinitesimales de Leibniz.

4. Método de Leibniz.—Sea $y=f(x)$ una igualdad en la cual $f(x)$ representa una expresión cualquiera, conteniendo á x como única variable. Dándose á x un incremento Dx, variará el valor de y. Representemos esta variación por Dy y se tendrá:

$y+Dy=f(x+Dx)$. y si restamos

la igualdad $y=f(x)$

se tiene $Dy=f(x+Dx)-f(x)$.

Si dividimos los dos miembros por Dx, tendremos finalmente:

$$\frac{Dy}{Dx} = \frac{f(x+Dx) - f(x)}{Dx}$$

Supóngase ahora que Dx disminuye constantemente. Antes de anularse pasará la diferencia Dx por una serie de valores, cada uno más pequeño que cualquiera cantidad asignable por más pequeña que sea. A cada valor de Dx corresponde otro Dy; luego corresponderá también á cada uno de los valores infinitamente pequeños de Dx otro de Dy también infinitamente pequeño, pero no igual al de Dx.

A estos valores infinitamente pequeños de la diferencia Dx, Dy, llama Leibniz *diferenciales*, representando la igualdad última por

$\frac{dy}{dx} = \frac{f(x+dx) - f(x)}{dx}$; siendo por consiguiente $dy = f(x+dx) - f(x)$ la diferencial de la igualdad.

Diferenciales pueden obtenerse de todas las funciones ó igualdades con cantidades variables en vez de incógnitas, y se designa con el

nombre de *cálculo diferencial* la parte del análisis trascendental que se ocupa de hallarlas. El objeto del *cálculo integral* es la operación inversa, esto es, hallar la función, conociéndose su diferencial.

Las diferenciales de Leibniz son al mismo tiempo cantidades susceptibles de entrar en todas las operaciones algébricas. Esta propiedad es sin duda la causa del empleo exclusivo que se hace hoy de las diferenciales en el análisis trascendental.

5. Método de Lagrange.—Sea siempre $y=f(x)$ una igualdad en la cual $f(x)$ representa una expresión que no contenga más variable que x, como por ejemplo:

$$\frac{x^3-2x^2+3x-4}{2(x-2)}$$

Si damos á x un incremento Dx, el valor de y también variará. Llamemos al incremento respectivo Dy. Así se tendrá:

$y+Dy=f(x+Dx)$, y si restamos de esta igualdad $y=f(x)$

resultará $Dy = f(x + Dx) - f(x)$, de donde dividiendo por Dx se obtiene:

$$\frac{Dy}{Dx} = \frac{f(x + Dx) - f(x)}{Dx}$$

Suponiendo ahora que Dx disminuye indefinidamente, en cuyo caso otro tanto sucederá con Dy, la razón límite de $\frac{Dy}{Dx}$ se llama la función derivada de $f(x)$, representada por $f'(x)$.

El método de Lagrange no reconoce, pues, ni diferenciales ni cantidades infinitamente pequeñas, y se llegó á pretender que así se evitaban todas las dificultades inherentes á aquellos símbolos; pero esto no sucede.

En efecto: refiriéndonos á la figura, se ve que si x crece de OA á OA′, y crecerá de AP á A′P′. Así, Dx es, pues, igual á BB′ y Dy á B′P′.

La razón $\frac{Dy}{Dx}$ es, por consiguiente, la razón de los catetos de un triángulo rectángulo, razón que sabemos ser igual á la tangente trigonométrica del ángulo opuesto al cateto Dy, es decir, tang. a. Ahora, si Dy, esto es, la dis-

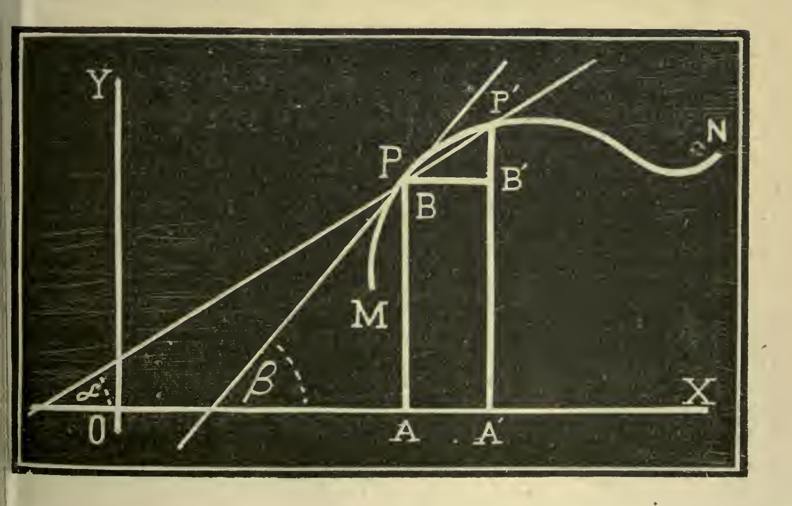
tancia AA', disminuye indefinidamente ó tiende hacia cero, como también se dice, Dy ó sea la distancia B'P' también disminuirá y el punto P' aproximándose á P tenderá á confundirse con éste y la tang. a tiende á su vez á confundirse con tang. b, que es la tangente trigonométrica del ángulo que la curva MN forma en el punto P con el eje de la X. Ahora, esto sucede cuando $\frac{Dy}{Dx}$ tiende hacia su límite; luego el límite de la razón $\frac{Dy}{Dx}$ ó sea la función derivada de $f(x)$ de Lagrange no es más que la tangente indicada. Pero, ¿qué sucede al aproximarse Dx y Dy, á su límite cero? ¡Nó estamos otra vez en presencia de las dificultades que queríamos evitar! Todos los matemáticos lo afirman. Luego, ni el método de Lagrange ni el de Newton difieren en el fondo del de Leibniz y por lo tanto no hay más que un método en el análisis trascendental ó cálculo infinitesimal, nombres que dan generalmente al conjunto de los cálculos diferencial é integral.

De lo expuesto, también se deduce, que el

análisis trascendental resuelve los problemas funcionales, estableciendo una relación entre las variaciones debidas á incrementos infinitamente pequeños en las variables de la función y deduciendo de las relaciones indicadas las correspondientes á un incremento cualquiera.

ADVERTENCIA.—Por carecerse de los tipos griegos *delta*, *alfa* y *beta*, se han sustituido con las letras *D*, *a* y *b*.

NOTA.—Debo estas nociones sobre análisis trascendental á colaboración de mi amigo el Doctor don Guillermo Stein. (El A.)



LECCIÓN IV.

GEOMETRÍA.—MECÁNICA RACIONAL.

Definición de la geometría.—La geometría es una ciencia natural.—Idea de las magnitudes geométricas.—La geometría es una ciencia deductiva, manera de estudiarla.—Noción de la geometría descriptiva.—División de la mecánica, su grado de generalidad.—Noción de movimiento, reposo, y de otros términos usados en mecánica.—La mecánica es una ciencia deductiva; leyes de la mecánica.

1. Definición de la geometría.—La *geometría* es la ciencia que se ocupa de la medida de la extensión y de las propiedades de las figuras. Es más general que la mecánica porque para llenar un objeto no necesita tener en cuenta la noción dinámica; la geometría subsistiría aun suponiendo el universo en la inmovilidad más completa.

2. La geometría es una ciencia natural.—Las ideas de las figuras geométricas las sacamos de las figuras reales ó naturales, por medio del acto intelectual que llamamos abstracción. Los axiomas son asociaciones, cuyo origen es la experiencia, son puramente verdades inductivas.

3. Idea de las magnitudes geométricas.—La primera magnitud de que tenemos idea, por ser lo que nos presenta la naturaleza, es el *volumen ó sólido*, que no es otra cosa que el lugar mismo que un cuerpo ocupa en el espacio; es una noción *concreta*. Todas las otras de la geometría son *abstractas* é indefinibles por ser simples y no poder deducirse de otras más elementales.

Así, podemos considerar por abstracción en un cuerpo su largo, ancho y grueso ó sea su *longitud, latitud y profundidad.*

Una cualquiera de estas dimensiones, la longitud, por ejemplo, es la idea de *línea recta*, y toda línea que de esta se aparta, suponiéndoles un principio y un fin comunes, será una *línea quebrada ó curva*, la cual á su vez se puede considerar como compuesta de infinito número de líneas rectas.

Llamamos *punto* al principio ó fin de una línea ó el lugar donde dos líneas se cortan. El punto considerado en su mayor abstracción no tiene dimensiones, es simplemente un *signo de posición.*

Si consideramos la extensión en dos dimensiones solamente, formaremos la idea de *superficie plana* ó de *plano*. Se puede reconocer una superficie plana observando: "que la línea recta que une dos puntos cualesquiera de la superficie está toda entera contenida en el plano" (Proposición de Euclides.)

Tenemos otras dos nociones, la de ángulo y la de paralelas. Se puede tener idea de *ángulo*, considerando dos líneas rectas que se encuentran en un punto, dejando entre sí un espacio más ó menos grande, lo que implica la idea de divergencia.

En cuanto á las *paralelas*, la expresión de Euclides es suficiente para dar esta noción: "dos líneas que por un mismo plano siguen incesantemente dos caminos sin encontrarse jamás."

Adquiridas por la experiencia las nociones elementales que preceden, las demás de la geometría se deducen de estas.

4. La geometría es una ciencia deductiva; manera de estudiarla.—La geometría es una ciencia deductiva. En conse-

cuencia, para emprender su estudio elemental debe comenzarse primero por conocer los axiomas matemáticos fundamentales y los derivados; en seguida se tomarán las nociones geométricas experimentales y se pasará después á las proposiciones y teoremas con sus corolarios, pasando de lo simple á lo compuesto. Debe recurrirse á las figuras.

5. Noción de la geometría descriptiva.—La geometría toma el nombre de *descriptiva*, cuando considera las posiciones de las magnitudes geométricas en el espacio, y determina estas posiciones refiriendo dichas magnitudes á dos planos llamados *planos de proyección*.

Por este procedimiento se hacen representaciones ó dibujos de las magnitudes, percibiéndose tales como existen en el espacio, notándose sus límites, su extensión y todas sus partes separadamente y en conjunto.

La geometría descriptiva es una parte necesaria de la educación y debe enseñarse en las escuelas públicas. Es indispensable á los ingenieros.

"La aplicación de la geometría descriptiva á la determinación de las sombras de los cuerpos es una de las más admirables y útiles aplicaciones de la ciencia; y cuando se extiende á la perspectiva, tenemos todo lo necesario para la exacta representación de los objetos, tales como aparecen en la naturaleza. Una exacta perspectiva y una apropiada distribución de la luz y la sombra son las bases de toda obra de bellas artes. Sin ésto, el escultor y el pintor trabajarían en vano, y el cincel de Cánova no habría dado vida al marmol, y los toques de Rafael no la habrían dado al lienzo (Davies).

6. División de la mecánica, su grado de generalidad.—La *mecánica* puede dividirse en mecánica racional ó abstracta y mecánica concreta ó práctica. La *mecánica racional* trata de las fuerzas en general, es decir, de los movimientos y del equilibrio de los cuerpos. La *mecánica concreta* es la aplicación de los principios de la mecánica racional á estudios especiales, como la maquinaria.

La mecánica, hemos dicho, es menos gene-

ral que la geometría; por consiguiente es más complicada que esta ciencia. La mecánica no puede estudiar el equilibrio y el movimiento, sin atender á la forma de los cuerpos, es decir, á la extensión, que tanto influye en aquellos efectos. Por esta razón la ha colocado Comte después de la geometría.

La mecánica al ocuparse de las fuerzas, no trata de investigar las causas primeras del movimiento; y en cuanto á la manera de producirse las fuerzas deja su investigación á la física molecular.

7. Noción de movimiento, reposo, fuerza y de otros términos usados en mecánica.—El *movimiento*, el *reposo* y la *fuerza*, son nociones fundamentales, de las cuales no se puede dar idea completa, por medio del lenguaje, atendiendo á que no hay nociones más simples para poder explicar estos fenómenos.

Adquirimos una idea del movimiento por un desarrollo particular de nuestras propias actividades ó energías, auxiliadas por las sensaciones. Todos comprenden así lo que es el

movimiento y sus diferentes modos (uniforme, variado, rectilíneo, curvilíneo, etc.): y de aquí se puede sacar la idea de *velocidad*, que es un grado del movimiento. El reposo es lo opuesto al movimiento.

Se puede tener idea de la fuerza por el sentimiento que produce en nosotros el gasto de energía muscular, ya resistiendo, ya produciendo el movimiento. Esta es una experiencia única é irreductible.

La idea de fuerza, dice el Padre Secchi, la adquirimos por el sentido íntimo, á consecuencia de las maniobras que hacemos para poner en movimiento los cuerpos circunvecinos y aun los miembros de nuestro cuerpo. Enseñándonos la experiencia, en efecto, que todo movimiento del cuerpo es precedido de un esfuerzo ejecutado por nosotros mismos ó por otros, extendemos este principio y decimos que todo movimiento es producido por una fuerza análoga á la causa que engendra en nosotros el esfuerzo cumplido para mover el cuerpo.

Otra noción importante es la de *inercia* ó sea

la persistencia de la materia en el estado de reposo ó de movimiento, mientras una fuerza extraña ó un movimiento nuevo no venga á turbar aquellos estados. Esta propiedad de la materia, que es característica ó esencial á ella, así formulada, es precisamente la ley de inercia. Esta ley se deriva inmediatamente de la ley de causalidad, en virtud de la cual todo acontecimiento debe tener una causa. De esta manera, una cosa permanecerá en el estado en que se halla, mientras una nueva causa no venga á agregarse á las causas ya existentes.

La inercia, tomado el concepto en el sentido de inmovilidad no existe, porque en la naturaleza todo está en movimiento, desde las masas planetarias hasta los átomos de los cuerpos, que se hallan en contínua vibración.

Materia, fuerza y movimiento, son tres términos que se identifican; y aun la inercia se puede decir que es lo mismo, ya que es una propiedad la más esencial de la materia, por la cual ésta puede definirse. La fuerza es la materia en movimiento ó en oposición al movi

miento, ó la persistencia de la materia en un estado determinado.

Adquirido el concepto de fuerza es fácil definir otros términos de uso frecuente en mecánica.

Así, respecto á la *masa* se puede decir, que es la cantidad de materia que un cuerpo contiene; pero reducida esta noción á la de fuerza, se define mejor diciendo, que es la relación entre una fuerza constante y la aceleración que imprime ó sea $M = \frac{F}{g}$.

La *densidad* es la relación entre la masa y el volumen, y se expresa por la fórmula $D = \frac{M}{V}$.

Cantidad de movimiento de una fuerza es el producto de la masa por la aceleración ó sea $F = Mg$ (Véanse nuestros "Principios generales de Mecánica.")

Y así de otras nociones, como la atracción, la repulsión, el choque, etc., que no ofrecen dificultades lógicas para definirse, pues se derivan fácilmente de las primeras.

8. La mecánica es una ciencia deductiva; leyes de la mecánica.—La me-

cánica deriva sus verdades de cierto número de axiomas ó principios inductivos. Estos principios entre los cuales ocupa el primer lugar la ley de inercia, son simples, están íntimamente enlazados entre sí, en conformidad con todos los hechos observados y tienen una certidumbre igual á la de la experimentación.

He aquí estas leyes.

1ª *Ley de inercia.* Todo cuerpo persiste en su estado de reposo ó de movimiento uniforme y rectilíneo, mientras no sea obligado á cambiar de estado por fuerzas que actúen sobre él.

2ª *Ley de la igualdad de la acción y de la reacción.* Esta ley se enuncia así: á toda acción corresponde una acción igual y contraria llamada reacción. Así, cuando dos cuerpos se atraen ó se rechazan, la acción del primero sobre el segundo es igual á la del segundo sobre el primero.

Ejemplos:

La acción mútua entre el imán y el hierro. Una presión ejercida sobre un cuerpo produce una contrapresión igual. La acción atractiva

de la tierra sobre un cuerpo para hacerlo descender es precisamente igual á la del cuerpo sobre la tierra; y si esta última acción no se hace visible, es porque tiene que repartirse en la enorme masa del planeta. Esta ley es una consecuencia de la ley de conservación de la fuerza.

Como un corolario de la ley, y admitiendo que la acción recíproca entre dos cuerpos resulta de la suma de las acciones elementales de cada una de sus partes constituyentes, se puede establecer el siguiente principio: la fuerza con la cual dos cuerpos obran mutuamente, el uno sobre el otro, es proporcional al producto de sus masas.

3ª *Ley de la acción rectilínea de las fuerzas.* Esta ley se formula así: cuando dos cuerpos actúan el uno sobre el otro, sin intervención de otra fuerza, su acción mútua se ejerce según la línea recta que los une. De esta ley se infiere, que cuando un cuerpo recorre una trayectoria que no es rectilínea, es porque está sometido á la acción simultánea de otra ú otras fuerzas, como sucede con un cuerpo que

lanzado horizontalmente al espacio, describe una parábola, por la acción de la pesantez; y que todo movimiento por complicado que sea, puede considerarse como compuesto de una infinidad de movimientos rectilíneos.

4ª *Ley de la independencia de las fuerzas.* Este axioma se enuncia así: el efecto de una fuerza sobre un punto material es independiente del estado de reposo ó de movimiento de este punto. Esta ley, llamada también ley de la composición de las fuerzas, da lugar á los dos corolarios siguientes:

1º Si dos ó más fuerzas obran simultáneamente sobre un mismo punto material, cada una de ellas produce su efecto como si las otras no existieran, esto es, como si estuviera sola.

2º Si una fuerza constante en dirección é intensidad obra sobre un punto material en reposo, le imprimirá un movimiento rectilíneo uniformemente variado. (Véanse nuestros "Principios de Mecánica.")

La ley de independencia de las fuerzas es una consecuencia directa de la ley de causali-

dad, porque en virtud de esta última una suma dada de causas, en igualdad de circunstancias, debe siempre producir el mismo efecto, ya sea que estas causas obren simultáneamente ó que se sucedan en un orden cualquiera (Wundt).

Otra gran inducción de la mecánica, que debemos señalar, es la ley de coexistencia de la pesantez y de la inercia, proporcionales entre sí, lo que no es más que la consecuencia de la ley general de Newton sobre la atracción universal, que establece que la atracción está en razón directa de las masas (ó de la inercia).

De este modo, tal cantidad de masa combinada con tal cantidad de velocidad ó camino recorrido en un tiempo dado, es la unidad de fuerza, ó mejor, de trabajo; tal es el kilográmetro (producto de un kilógramo por un metro) para las pequeñas máquinas, y el caballo de vapor para las grandes ó sean 75 kilográmetros por segundo.

LECCIÓN V.

ASTRONOMÍA.

Lugar de la astronomía en la escala enciclopédica de A. Comte.—Física y química celestes.—Objeto principal de la astronomía; astronomía sideral.—Cómo deben entenderse el orden y armonía celestes.—La astronomía es una ciencia natural; sus medios de investigación.—La astronomía ha destruído errores y preocupaciones populares.—Carácter de la astronomía; leyes en que se funda.—Teoría cosmogónica de Herschel y Laplace.

1. **Lugar de la astronomía en la escala enciclopédica de A. Comte.**—En el orden enciclopédico establecido por A. Comte, la astronomía viene después de las matemáticas, cuyas ciencias le sirven de base, ya que aquella ciencia tiene por objeto el estudio de las leyes geométricas y mecánicas de los cuerpos celestes.

Comte colocó la astronomía antes de la física, fundado en que bajo el punto de vista geométrico, la astronomía es ciencia desde la escuela de Alejandría; mientras que la física no lo ha sido sino después de los descubrimientos de Galileo. Herbert Spencer ha objetado que

la geometría se aplicó igualmente á los objetos terrestres como á los espacios y cuerpos celestes; pero Littré ha contestado que la aplicación de la ciencia geométrica á los cuerpos celestes ha determinado el curso de los astros, la época de las estaciones, la precesión de los equinoxios, la previsión de los eclipses, etc., limitándose en nuestro planeta á la medida de las tierras. Y en efecto, se dice que la geometría se aplicó en el Egipto á la medida de los terrenos, cuyos límites se perdían frecuentemente por las inundaciones periódicas del Nilo.

Otra razón para que la astronomía se coloque antes que la física es la que ya hemos apuntado, á saber: que los fenómenos terrestres están afectados por influencias que derivan de los movimientos de la tierra y de los cuerpos celestes. Adviértase, por otra parte, que los fenómenos físicos son más complicados ó menos generales que los astronómicos.

2. Física y química celestes.—No deben confundirse la física y la química celestes con la astronomía. El estudio físico del ex-

pectro solar, por ejemplo, ó mejor dicho, el estudio del fenómeno de la inversión de los rayos de Fraünhofer, ha permitido hacer en parte, últimamente, el análisis químico del sol y de otros cuerpos celestes, como si se hubiesen llevado al laboratorio. El análisis expectral ha revelado en la atmósfera solar la presencia del sodio, hierro, cromo, níkel, magnesio y de otros metales. De la misma manera se han encontrado algunas sustancias en otras estrellas y aun en las nebulosas y, según Secchi, el carbono en los cometas, y el sodio, magnesio y hierro en las estrellas fugaces de noviembre.

Comte avanzó la idea, en 1834, de que nunca podría llegarse á conocer la estructura mineralógica y composición química de los cuerpos celestes, ni menos la naturaleza de los seres organizados que puedan habitar dichos cuerpos. El hombre que menos debiera haber dudado del éxito de la ciencia en sus incesantes progresos se engañó. Nunca pudo pensar, como dice Estasén, que le saldrían al paso Kirchhoff y Bunsen y el padre Secchi, demostrándole cuán aventurado es poner vallas á la

ciencia. Por lo que se refiere á los seres organizados de los planetas, quizá pueda más tarde constituírse una biología celeste.

3. Objeto principal de la astronomía; astronomía sideral.—El objeto principal de la astronomía como ciencia positiva, es la geometría y la mecánica del *mundo*, que denominamos sistema solar ó planetario, del cual hace parte la tierra. Hay también una astronomía sideral, así llamada por Comte, que se ocupa de los sistemas siderales esparcidos en el espacio. Esta parte de la ciencia, aunque siempre objeto de la ciencia positiva, está por decirlo así en la infancia y por consiguiente no tiene todavía el rigor de la astronomía planetaria.

4. Cómo deben entenderse el orden y armonía celestes.—La regularidad y precisión con que se verifican los fenómenos celestes, á tal grado que es posible predecir algunos acontecimientos astronómicos, han sugerido la idea de orden y armonía universal. Este orden y armonía no son otra cosa que la consecuencia inevitable de las leyes de Keppler y Newton.

Dado el espacio y la materia con las propiedades que la caracterizan, las leyes matemáticas de la mecánica celeste tienen que cumplirse, ya sea para conservar á los planetas, girando al rededor de su centro en órbitas determinadas, ya para hacerlos estallar ó reducirlos á materia cósmica en un momento dado, en virtud de las mismas leyes naturales.

5. La astronomía es una ciencia natural; sus medios de investigación.—No es dudoso que la astronomía es una ciencia natural. Sus medios de investigación son el cálculo y la observación de los astros y sus fenómenos por medio de la vista, sola, ó más frecuentemente auxiliada del telescopio. Bajo estas bases la astronomía, como verdadera ciencia, tiene el carácter de previsión.

6. La astronomía ha destruído errores y preocupaciones populares.— La astronomía, más que ninguna otra ciencia, ha contribuído á destruir errores sostenidos como verdades por la teología, y preocupaciones populares.

La tierra era considerada como el centro del

sistema planetario; se creía que todos los astros y el sol mismo giraban á su alrededor y que todo estaba dispuesto y ordenado para el hombre, que se decía ser rey del universo. Todos conocen á la fecha los movimientos de la tierra al rededor del sol que es su centro y saben además, que la morada del hombre ocupa un lugar muy secundario en el sistema solar y que el sistema mismo es una porción mínima del universo perdida entre la multitud inmensa de sistemas que pueblan el espacio indefinido.

El hombre ha descendido del alto pedestal que su imaginación había fabricado; pero una vez desengañado, debe estar orgulloso porque á un esfuerzo de su inteligencia debe el descubrimiento de tan insignes verdades. "Si el universo estuviera realmente dispuesto para el hombre, dice Comte, pueril sería en él hacer de esto un mérito, ya que á ello no ha contribuído, no quedándole más que gozar con cierta inercia estúpida los favores del destino; mientras que, por el contrario, en su verdadera condición puede envanecerse justamente

por las ventajas que ha llegado á procurarse, resultado de los conocimientos que ha acabado por adquirir, siendo todo esencialmente obra suya."

En cuanto á preocupaciones populares solamente una minoría insignificante abriga creencias absurdas, como la que atribuye á "señales en el cielo desgracias en la tierra." La ciencia ha hecho comprender á la generalidad, que las apariciones de los cometas, los eclipses, etc., no son presagios de ninguna clase, sino fenómenos tan naturales como los del resto del sistema; y que son hechos sujetos á las leyes físicas en que nada tienen que ver las llamadas causas sobrenaturales ú ocultas. Las influencias que los astros ó sus fenómenos ejercen sobre nuestro planeta son del orden puramente físico, son fenómenos que la ciencia puede explicar.

7. Carácter de la astronomía; leyes en que se funda.—La astronomía es una ciencia en parte deductiva. Las leyes en que se funda son las de Keppler y la de gravitación de Newton. He aquí dichas leyes:

Leyes de Keppler.

1ª Las áreas descritas por los radios vectores de las órbitas de los planetas son proporcionales á los tiempos empleados en describirlas.

2ª Las órbitas descritas por los planetas son elipses, uno de cuyos focos ocupa el sol.

3ª Los cuadrados de los tiempos que los planetas emplean en hacer sus revoluciones al rededor del sol, son proporcionales á los cubos de sus distancias medias.

Estas tres grandes leyes hicieron de la astronomía una verdadera ciencia; pero faltaba encontrar la causa de la verificación de tales leyes. La sublime inducción debida al genio poderoso de Newton dió la solución del problema. La ley de gravitación universal explicó el porqué del cumplimiento de aquellas leyes. La ley newtoniana se expresa así: la atracción se ejerce en razón directa de las masas é inversa del cuadrado de las distancias.

La ley de gravitación reduce, pues, casi la totalidad de los fenómenos celestes á un principio único. Pero conoceríamos mejor la me-

cánica del sistema planetario si conociésemos la naturaleza de la atracción universal. Los astrónomos admiten esta atracción como un hecho fundamental, hacen aplicaciones del principio y no se preocupan de su naturaleza; pero la filosofía busca la explicación del secreto. He aquí la opinión del padre Secchi sobre la naturaleza íntima de la gravitación. "Sin embargo, dice, la opinión más probable, la que tiende á generalizarse cada día más, atribuye los fenómenos de atracción al éter, á ese fluído universal que llena el mundo entero y concurre con la materia ponderable á la constitución de todos los cuerpos. Pero, ¿en qué consiste la acción del éter? Sobre este punto estamos bastante lejos de haber llegado á un acuerdo. Lo que sí podemos asegurar es que debe haber entre el sol y los planetas un medio de comunicación de fuerzas y de trasmisión de movimientos, porque la acción de un cuerpo sobre otro á distancia es imposible. Como la existencia del medio etéreo está perfectamente demostrada por los fenómenos luminosos, no vemos la precisión de imaginar

otro intermediario para la trasmisión de los demás movimientos.

Por otra parte, los experimentos relativos á la electricidad nos muestran que toda variación en la densidad de este fluído hace á los cuerpos que lo contienen capaces de producir atracciones; hay, pues, motivo para pensar si la misma gravitación será debida á una diferencia de densidad semejante en el medio etéreo que rodea al sol, y toda otra materia ponderable."

8. Teoría cosmogónica de Herschell y Laplace.—He aquí un resumen de la célebre teoría de Herschell sobre el origen de los mundos, aplicada después por Laplace al sistema solar. (Estudios del autor publicados en "El Faro Salvadoreño.")

"1. El universo entero estaba constituído al principio por la materia ponderable en un estado de división suma; pero bajo la influencia de la atracción, que es propiedad inherente á ella, las moléculas se condensaron y unieron entre sí en masas separadas unas de otras por espacios inmensos vacíos; en este estado la

materia universal constituyó las *nebulosas.* La condensación continuó en cada nebulosa y el movimiento circular se produjo al mismo tiempo, porque no puede haber condensación sin esta especie de movimiento; de este modo se formaron centros, que por la disminución progresiva de volumen al condensarse y la aceleración consiguiente del movimiento de rotación, desarrollaron calor y luz y quedaron convertidos en masas fluidas incandescentes ó verdaderos soles. Siguió la condensación en cada uno de estos soles, el movimiento se aceleró, y entonces la masa fluída tomó la forma de un esferoide muy aplanado hacia sus polos ó más bien la forma de un disco; en este movimiento cada vez más rápido, la fuerza centrífuga desarrollada en el ecuador del disco, llegó por fin á superar la fuerza atractiva ó de cohesión de dicho disco, y en este estado de cosas, un anillo de materia fluída incandescente se separó del ecuador y continuó girando al rededor y en el mismo sentido que la masa que le dió origen; siguió la condensación y mayor aceleración de movimiento, y un segun-

do anillo, como el primero, se separó: por el mismo mecanismo, se separaron de la misma masa, un tercer, un cuarto anillo y así sucesivamente, hasta que esta masa central adquirió tal cohesión, que ya no permitió la separación de sus moléculas por la fuerza centrífuga. Cada uno de estos anillos, en virtud de la misma atracción de sus moléculas, llegó por fin á aglomerarse ó reunirse en una sola masa animada del doble movimiento de revolución al rededor de la masa central, y de rotación sobre su propio eje; estas masas, resultado de los anillos, sujetas á las mismas leyes y en condiciones iguales que la masa central, se convirtieron también en discos; la condensación y aceleración del movimiento siguieron aumentando, y produjeron uno, dos ó más anillos, que á su vez se aglomeraron constituyendo masas ó esferoides secundarios. La producción sucesiva de anillos cesó por último, cuando ya la condensación ó enfriamiento superó á la acción de la fuerza centrífuga. De este modo se han formado los mundos y nuestro sistema planetario en especial.

2. Esta brillante y estraordinaria hipótesis, explica satisfactoriamente la mayor parte de los hechos. Nuestro Sol fué una nebulosa al principio y produjo tantos anillos, como planetas hay en el sistema; los primeros anillos ó planetas producidos, han sido Neptuno (á no ser que más allá de Neptuno, haya otro ú otros planetas no descubiertos todavía), Urano, Saturno y Júpiter, y el último Mercurio. Los anillos secundarios son los satélites, y como el enfriamiento iba siendo cada vez mayor, los últimos planetas, Mercurio y Vénus quedaron sin satélites; por el contrario, los primeros planetas hasta el nuestro inclusive, están todos provistos de satélites, pues al principio la mayor fluidez ó el enfriamiento no avanzado permitió la separación más fácil de anillos. El Sol por su gran volumen ha conservado su calor, que pierde de día en día, y los planetas primarios y secundarios se han enfriado y consolidado en su superficie primero que él, á causa de su menor volumen. Los planetas deben conservar un fuego central; por lo que toca á la Tierra, parece un hecho

fuera de duda. Ultimamente: la hipótesis da cuenta del doble movimiento planetario, revolución y rotación, generalmente en el mismo sentido; da cuenta igualmente, de la semejanza de las órbitas, que todas son elípticas, así como de la existencia de los anillos de Saturno.

3. Si la hipótesis de Herschell ó Laplace, fuese verdadera, algunos restos de las primitivas nebulosas deben observarse á la fecha; esto es, en efecto, lo que demuestra la observación, pues la materia de los cometas, las nebulosas irresolubles, las atmósferas nebulosas que rodean todavía el núcleo de muchas estrellas, y la luz zodiacal, son verdaderos restos de la materia cósmica original.

4. Un fenómeno físico muy curioso, una especie de creación de mundos en miniatura, puede verse en el experimento siguiente: "Mr. Plateau—dice Mr. Ch. Contejean, nos enseña á fabricar mundos en nuestro gabinete. He aquí cómo:

"Hagamos una mezcla de agua y de alcohol en proporciones tales, que un volumen cual-

quiera de este líquido tenga exactamente el mismo peso que un pequeño volumen de aceite. Introduzcamos en seguida con precaución, cierta cantidad de aceite en nuestro líquido. Este aceite quedará sustraído de la acción de la pesantez, puesto que tiene exactamente la densidad del medio en el cual se ha introducido; quedará, pues, en equilibrio sin subir ni descender, en el lugar mismodon de haya sido depositado, y tomará la forma de una esfera. Atravesemos ahora esta esfera con un tallo metálico é imprimamos á este, al rededor de su eje, un movimiento de rotación más y más rápido; veremos desde luego, que la esfera se deprime hacia sus polos, se dilata en su ecuador, pasa á la forma de disco y abandona en su periferia un primer anillo, después un segundo y luego un tercero si se aumenta progresivamente la velocidad. La mayor parte de estos anillos se condensarán en pequeñas esferas animadas de un doble movimiento de rotación sobre sí mismas y de traslación al rededor de la masa que les dió origen. Así, lo que efectuamos en nuestro laboratorio se ha realizado en grande en el universo...."

Tal es la ingeniosa y vasta hipótesis de Herschell y Laplace; ha tenido y tiene aún sus opositores, pero muchos y nuevos hechos tienden de día en día á confirmarla."

LECCIÓN VI.

FÍSICA.

Lugar de la física en la escala enciclopédica.—Noción primordial de la física; axioma.—Unidad de las fuerzas físicas.—Hipótesis del éter.—Opinión de A. Comte.—Carácter de la física y partes en que se divide.

1. **Lugar de la física en la escala enciclopédica.**—Ya antes hemos dicho que en el orden enciclopédico la física queda subordinada á la astronomía; pero debemos averiguar si es la física la ciencia que sigue inmediatamente después de la astronomía ó alguna otra de las ciencias naturales, como la química ó la biología.

La física al ocuparse de las leyes de los fenómenos ó propiedades comunes á todos los cuerpos, en cuanto no se produce un cambio

en su composición y arreglo molecular, es ciencia que domina á los otros ramos de las ciencias naturales, fuera de la astronomía y las matemáticas. De aquí resulta, que la química y la biología deben estudiarse después de la física. En cuanto á la primera, toda acción química tiene lugar necesariamente bajo la influencia de causas ó agentes puramente físicos, como la pesantez, el calor, la electricidad, etc.; de suerte que la química depende inmediatamente de la física, mientras que ésta es completamente independiente de aquella.

Respecto á la biología, tampoco, y con menos razón, pudiera ocupar el lugar de la física, ya que la biología supone el estudio de los agentes exteriores y las leyes químicas para explicar los fenómenos de la vida.

Además, siendo los fenómenos de la física menos complejos que los de las otras ciencias en cuestión, es lógico que su estudio preceda al de ellas.

2. Noción primordial de la física; axioma.—La noción primordial de donde parte la física es la suposición de que la mate-

ria está compuesta de átomos ó partículas, dotados de fuerzas atractivas y repulsivas ó de movimientos contínuos. Esta hipótesis es de aquellas que A. Comte considera legítimas en filosofía positiva, porque puede comprobarse por la experiencia. En efecto, por medio de ella se explican perfectamente y sin dejar ninguna duda los diferentes estados de la materia, la trasmisión del calor, la coloración de los cuerpos y otros muchos fenómenos de la física molecular. Es entendido que, según Comte, en toda cuestión de filosofía natural, se hace indispensable la introducción de una hipótesis que los hechos deben comprobar. Diremos pronto dos palabras sobre la importantísima hipótesis del fluido universal denominado éter, que es otra de las grandes hipótesis de la física moderna.

Un axioma de gran trascendencia que la lógica exige sea el primero que se establezca al emprender el estudio de la física molecular, es el de la *conservación de la energía*. Este principio, como el de la *conservación de la materia* establecido por Lavoisier á fines del siglo pa-

sado, ha ejercido en estos últimos tiempos en el desarrollo de las ciencias físicas y naturales una influencia favorable y descisiva. *La materia no puede ser creada ni destruída.* Igualmente: *la fuerza no puede ser creada ni destruída.*

Recordemos que hay dos clases de fuerza: fuerza viva ó energía actual y fuerza muerta ó energía potencial, llamada también de tensión. Entiéndese por *fuerza viva ó energía actual* el poder que poseen los cuerpos en movimiento de producir trabajo mecánico y se representa por $\frac{mv^2}{2}$; y por *fuerza muerta ó energía potencial* la fuerza que es capaz de producir efectos en un momento dado, convirtiéndose en fuerza viva. La pólvora, la tensión de un hilo, un resorte arrollado, representan fuerzas potenciales; en un momento dado, una chispa que produzca la combustión de la pólvora, el corte del hilo tenso, el desarrollo del resorte, son las causas ocacionales de la manifestación de la fuerza viva en esos casos.

Las fuerzas vivas se convierten en fuerzas muertas y las muertas en vivas, de modo que la suma de unas y otras hacen una cantidad

invariable. Esta conversión ó trasformación se verifica sin pérdida ni ganancia. Si una bola de marfil suspendida por medio de un hilo desciende á consecuencia de la ruptura del hilo, la energía de tensión ó potencial se convertirá en energía actual y al chocar la bola sobre un plano elástico (mármol) rebotará, volviendo á su primitivo estado de energía potencial, sin perder ni ganar nada, conservándose así la energía.

Si en lugar de una bola de marfil hacemos el experimento con una bola de plomo, ésta, como no ser elástica, no rebotará, no recobrará su primitivo estado de energía potencial; pero la energía actual de que iba animada al descender, no ha desaparecido; ésta energía se convierte en calor, pues la bola se calienta expontáneamente al chocar con el plano.

Ahora, es demostrable por la experiencia, que toda energía calorífica se convierte igualmente en trabajo mecánico. Resulta, pues, que el trabajo mecánico y el calor pueden considerarse como cantidades equivalentes y esta equivalencia ha sido establecida últimamente

por Joul de Manchester (una caloría=425 kilográmetros).

3. Unidad de las fuerzas físicas.—Es ya un hecho general demostrado por la experiencia que todas las fuerzas físicas (fuerza mecánica, calor, luz, electricidad, reacciones químicas), pueden convertirse unas en otras. El frote, la percusión, la compresión, y el trabajo mecánico en general se convierten en calor; éste produce luz y electricidad, y la electricidad calor. Las acciones químicas, magnéticas y el frote producen electricidad y ésta á su vez se cambia en efectos mecánicos, caloríficos, luminosos, magnéticos y químicos.

El estudio de estas trasformaciones será completo cuando se llegue á demostrar, así como se ha demostrado para el trabajo mecánico y el calor, que cada una de estas fuerzas se convierte en otra en cantidad equivalente y determinada numéricamente.

La fuerza es inseparable de la materia. Es la capacidad misma de la materia para producir efectos, que en último resultado no son más que movimientos. El calor es según la

teoría termo-dinámica, movimiento vibratorio de las últimas partículas de la materia ponderable, movimiento que se propaga en el interior de los cuerpos y de unos cuerpos á otros por medio de las ondulaciones del éter, á la manera de las ondas sonoras en el aire. La luz es también movimiento vibratorio del éter en relación con la materia ponderable. La electricidad casi se ha explicado por condensaciones y rarefacciones del mismo éter en la superficie de los cuerpos. El magnetismo, según las demostraciones de Ampère, se reduce á la electricidad.

Hay por consiguiente, *unidad de las fuerzas físicas;* todas ellas son modalidades de una sola potencia universal, indestructible é increable, que hace parte esencial de la materia; se le llama *energía*

Todo se reduce á materia y movimiento en el universo conocido. La vida misma es un movimiento contínuo de composición y descomposición molecular en la intimidad de los órganos. El padre Secchi en su obra titulada "Unidad de las fuerzas físicas" dice: "día lle-

gará en que esta palabra vitalidad, podrá ser interpretada en su verdadero sentido mecánico." (Cita de Estasén y Cortada). Esta opinión es de importancia por ser de un sabio que jamás podrá calificarse de materialista.

4. **Hipótesis del éter.**—Antes se creía que el calor y la luz dependían cada uno de una materia imponderable é incoercible particular, el *calórico* y el *lumínico* respectivamente. Se suponía que el fluído calórico se acumulaba en el interior de los cuerpos y que se trasmitía de un cuerpo á otro por contacto ó á distancia sin ningún intermedio (sistema de la emisión del calórico). El fluído lumínico se suponía que era lanzado por los cuerpos luminosos en el espacio con gran velocidad y que al chocar con la retina producía la sensación de luz (sistema de la emisión de la luz).

De la misma manera, los fenómenos eléctricos y magnéticos se atribuían á fluídos particulares diferentes.

Pero está demostrado, que el calor y la luz no son sustancias sino movimientos, que dependen de una sola y misma causa. Esta cau-

sa es el *éter*, materia eminentemente sutil y elástica, cuyos átomos se encuentran en contínuo movimiento vibratorio y en perpetuo estado de repulsión. El éter se supone hallarse difundido por todas partes del universo, así entre los espacios interplanetarios como entre las últimas partículas de los cuerpos, donde tiende á acumularse. En consecuencia, debe admitirse que es atraído por la materia ponderable; cada átomo ponderable debe hallarse rodeado de una atmósfera de átomos etéreos, cuya densidad va decreciendo (la de la atmósfera) del interior al exterior en virtud de ese mismo movimiento repulsivo de los átomos del fluído.

Admitida la existencia del éter, he aquí como se explican los fenómenos. Las moléculas de los cuerpos se encuentran en contínuo movimiento vibratorio; este movimiento es trasmitido por el éter, bajo forma de ondulaciones, que al chocar con nuestros órganos ocasionan las sensaciones de calor y de luz. Los cuerpos más calientes son aquellos cuyo movimiento vibratorio es más veloz y más

amplio. Si las vibraciones del éter son todavía más veloces la retina se conmueve y se produce la sensación de luz.

Por medio de esta hipótesis se pueden explicar satisfactoriamente muchos fenómenos, como los de interferencias, refracción doble y polarización de la luz, fenómenos de explicación difícil ó imposible en la antigua teoría de la emisión.

En cuanto á la naturaleza del éter, los físicos no están de acuerdo. Unos consideran el éter como una materia imponderable; mientras que otros lo consideran de la misma naturaleza que la materia ponderable, como compuesto de átomos ponderables en un estado de rarefacción extremo, de lo cual se puede tener una idea por los fenómenos que presenta la materia en estado radiante. Esta es nuestra opinión. El sabio físico M. Monoyer, que niega la existencia del éter cósmico y de toda materia imponderable, "atribuye todas las fuerzas cósmicas á las diversas formas de movimiento de los átomos ponderables: vibraciones trasversales para el calor y la luz, vibra-

ciones longitudinales para el sonido y probablemente para la electricidad, no siendo conocida la naturaleza del movimiento para las otras fuerzas."

5. Opinión de A. Comte.—Augusto Comte con su alto criterio positivista, rechazaba la existencia de los fluídos imponderables; pero decía, que una luz sería eternamente un fenómeno diferente de un movimiento y de un sonido.

A. Comte no sospechaba que la teoría termodinámica y las vibraciones del éter darían una explicación satisfactoria de la producción del calor y de la luz, como simples movimientos de la materia. Tales son las consecuencias del dogmatismo en presencia de los progresos científicos.

6. Carácter de la física y partes en que se divide.—La física es ciencia inductiva y como tal emplea todos los medios que suministra la observación y la experiencia en la indagación de las verdades que son de su resorte. Á diferencia de la astronomía que sólo emplea en las observaciones el sentido de

la vista, ella pone en actividad además los sentidos del tacto y del oído, y emplea todos los métodos experimentales. La física misma con sus adelantos ha contribuido á la perfección de dichos métodos.

La física tiende á hacerse deductiva por el empleo de las matemáticas, que tanto han contribuído á su mejoramiento. La acústica, la óptica y otras partes de la ciencia están sometidas al análisis matemático. Según Comte el dominio de este análisis sobre la filosofía natural termina en la física.

Comte, siguiendo el orden lógico de la mayor generalidad de los fenómenos, asigna en el estudio de la física el primer lugar á la pesantez; vienen en seguida sucesivamente la termología, la acústica, la óptica y la electrología, ocupando esta parte el último lugar por ser la más compleja y necesitar de las otras partes para su desarrollo. Este orden es precisamente el que se sigue hoy día, aunque algunos autores colocan la acústica antes de la termología.

LECCIÓN VII.

QUÍMICA.

Rasgos históricos.—Lugar de la química en la escala enciclopédica.—Naturaleza de los fenómenos químicos.—Estructura atómica; leyes de la conservación de la energía y de la materia admitidas por la química.—Cuerpos simples y compuestos; química inorgánica y química orgánica.—Medios de investigación de la química.—Consideraciones sobre la ciencia.—Lugar de la geología.

1. **Rasgos históricos.**—Llegamos al estudio general de una de las ciencias que más progresos ha alcanzado en estos últimos tiempos, la química.

Esta ciencia que en la antigüedad fué una especie de magia ó de arte oculto y misterioso, en perfecta alianza con la religión, y que más tarde tomó el nombre de *chemia* ó arte sagrado y después el de *alquimia* en la edad media, continuó durante esta época bajo el dominio de la teología. Los alquimistas, que generalmente eran teólogos, buscaban la solución de los problemas de la ciencia en los dogmas de la religión cristiana y se dedicaron principalmente á buscar la *piedra filosofal* ó sea la manera

de convertir los metales que llamaban viles en metales nobles: oro y plata; pero la química, como otras ciencias, se desligó al fin de la religión, siguió nuevos derroteros y marchó rápidamente y como por encanto á su mejoramiento y perfección, llegando á adquirir el rango de ciencia, especialmente á fines del siglo XVIII, mediante los magníficos trabajos de Black, Margraff, Scheele, Priestley y Lavoisier. Contribuyó á este resultado la adopción de la nueva nomenclatura propuesta por Guyton de Morveau, Lavoisier, Bertholet y Fourcroy. Desde entonces, sabios distinguidos, continuando los trabajos de sus predecesores, han elevado la ciencia á la altura en que hoy se encuentra.

2. Lugar de la química en la escala enciclopédica.— Los fenómenos químicos son menos generales que los de la física; son los más complicados del mundo inorgánico, y por esto, hemos dicho, que la química sigue inmediatamente á la física, de la cual es una continuación, y que precede á la biología á la que sirve de introducción.

3. Naturaleza de los fenómenos químicos.—Los fenómenos químicos están caracterizados por un cambio en la composición íntima de los cuerpos que se ponen en presencia unos de otros, ó por un arreglo molecular ó atómico especial de los cuerpos combinados. "Según Augusto Comte, la física, la química y la fisiología pueden ser concebidas en su conjunto, por cuanto todas ellas tienen por objeto estudiar la actividad molecular de la materia en los diversos modos de que es susceptible. Bajo este punto de vista estas tres ciencias corresponden respectivamente á tres grados sucesivos de actividad que se distinguen entre sí por las diferencias más profundas y naturales. La acción química presenta indudablemente algo más que la acción física y algo menos que la acción vital, no obstante las vagas relaciones que consideraciones puramente hipotéticas tienden á establecer entre estos tres órdenes de fenómenos. Las únicas perturbaciones moleculares que puede producir en los cuerpos la actividad física se reducen siempre á modificar, y las más de las

veces de una manera pasajera, el arreglo de las partículas sin alterar en ningún caso la naturaleza misma de los cuerpos. Por el contrario, la actividad química determina siempre un cambio profundo y duradero en la composición misma de las partículas: los cuerpos en que se ha manifestado están modificados en su misma naturaleza. En fin, los fenómenos fisiológicos nos enseñan la actividad molecular en el más alto grado, porque en el caso precedente, desde que se efectuó la combinación química, los cuerpos se hacen completamente inertes, al paso que el estado vital se halla caracterizado por un movimiento contínuo de composición y descomposición, propio para mantener en ciertos límites de variación la organización del cuerpo, renovando incesantemente su sustancia."

Según estas consideraciones Comte define la química: la ciencia que tiene por objeto la explicación de los fenómenos de composición y descomposición que resultan de la acción molecular específica de las diversas sustancias naturales ó artificiales, acción que ejercen unas sobre otras.

4. Estructura atómica; leyes de la conservación de la energía y de la materia admitidas por la química.—La química, lo mismo que la física, supone la estructura atómica de la materia y una teoría completa se funda en esta consideración. Las leyes fundamentales de las proporciones definidas, de las proporciones múltiples y de los equivalentes, suponen la existencia de esas partículas insecables ó átomos, pues de otro modo difícil sería explicarlas. También admite la química la ley de conservación de la energía demostrada en física; y respecto á la ley de conservación de la materia hace ver que nada se crea ni nada se pierde en las composiciones y descomposiciones. Las diferentes sustancias combinadas, quedan siempre las mismas, inalterables; solamente sufren modificaciones ó trasformaciones dependientes de las proporciones en que se combinan.

5. Cuerpos simples y cuerpos compuestos; química inorgánica y química orgánica.—La química admite la existencia, no de una sola materia, sino de materias dife-

rentes, que son formas diversas ó modificaciones de la materia cósmica. Sometiendo los cuerpos á experiencias variadas y multiplicadas, no se ha podido obtener en algunos de ellos más que una sola y misma especie de materia en cada uno.

Á estos cuerpos se les ha llamado *cuerpos simples*. De la asociación de estos simples resultan los *cuerpos compuestos*, en los cuales hay un arreglo particular recíproco de sus átomos, que se atraen según la ley de sus afinidades.

Larga es ya la lista de los cuerpos simples, habiéndose descubierto muchos de ellos últimamente, mediante el análisis espectral, análisis que, como antes hemos dicho (Lección V, 2.), aplicado á los astros constituye la química celeste.

Los cuerpos compuestos se forman de la combinación de los simples en número de cinco á lo más; los ternarios y los cuaternarios son los que más comúnmente se encuentran en la naturaleza ó que pueden producirse á voluntad.

Merecen especial mención entre los com-

puestos, las materias orgánicas de origen vegetal ó animal. Todos los principios inmediatos se componen generalmente de oxígeno, hidrógeno, carbono y ázoe; este último cuerpo escasea ó falta en las materias vegetales, y predomina en los animales.

La parte de la química que se ocupa de los cuerpos inorgánicos ó minerales se denomina *química inorgánica*, y la que se ocupa de los principios inmediatos de los cuerpos organizados se llama *química orgánica*. Como el carbono nunca falta en los cuerpos orgánicos, ha dicho Wurtz, que la química orgánica es esencialmente la historia de los compuestos del carbono. Los carburos de hidrógeno son el tránsito entre los compuestos inorgánicos y los orgánicos.

No se puede establecer una demarcación fija entre la química inorgánica y la orgánica. Los límites de su definición, según Alejandro Bain, son indecisos. La química es una, sus procedimientos son los mismos y á la fecha, se puede decir que fabrica materia orgánica como fabrica sales y otros compuestos. "Hoy

la química, dice Estasén, se ha posesionado completamente de la materia, y lo que es más, como ha dicho Bertholet, crea lo que es objeto de sus investigaciones. Ninguna ciencia tiene su potencia creadora, que casi llega á invadir con su poder absorvente la esfera de acción de las otras ciencias. La química, llega al umbral del templo donde está encerrado el misterio de la vida; ha roto la valla que separaba la química universal, de la química orgánica. El punto de partida de la formación de las materias orgánicas es hoy día, el mismo que el de la formación de las materias minerales; con el carbono, con el hidrógeno, el oxígeno y el ázoe y por el sólo empleo de las fuerzas minerales aparecen las combinaciones fundamentales y principalmente los carburos de hidrógeno; se hacen artificialmente principios orgánicos. La síntesis química moderna, ha fabricado urea y taurina, materia cristalizable que se encuentra en la bilis; el azúcar de gelatina y el ácido hipúrico, principio contenido en la orina de los herbívoros, etc., etc.; y si bien dentro el laboratorio no se fabrica la

hoja de un árbol, ni el tallo de una yerba, ni una fibra muscular, ni una célula, ni un glóbulo rojo, en cambio se van fabricando ya los elementos de que esta fibra, este tallo, esta hoja y esta célula están compuestos, y el adelanto sucesivo de la síntesis química, hace suponer que cuando las circunstancias sean propicias y se presente la ocasión oportuna, y aprovechando un estado de temperatura, eléctrico, etc., que exige la materia para constituirse en forma organizada, aquel día la ciencia humana verá coronados sus esfuerzos. No desconfiemos, pues, de llegar á este supremo resultado, porque la base de la química orgánica está fundada ya, y tan sólidamente establecida, que sólo falta esperar la acción de sus infinitas aplicaciones."

6. Medios de investigación de la química.— Los medios de investigación de que la química se vale son la observación, la experiencia y el método que Comte designa con el nombre de comparación. La observación se hace en química con mayor extensión que en cualquier otro ramo de las ciencias fí-

sicas, pues se emplean todos los sentidos. No se limita á la vista, el tacto y el oído como la física; emplea también el gusto y el olfato para reconocer por completo todas las propiedades físicas de las sustancias.

La experimentación se aplica al estudio de los fenómenos químicos casi lo mismo que en física. En cuanto al método de comparación se reduce á la distribución de los cuerpos en clases, familias, géneros, etc., según sus caracteres específicos y comunes; es el procedimiento empleado en historia natural.

7. **Consideraciones.**—Terminemos estos apuntamientos generales reproduciendo las siguientes consideraciones:

"Según el autor del curso de filosofía positiva, la química contribuirá poderosamente á que el genio humano se emancipe completamente de toda influencia teológica ó metafísica, rectificando de una manera irrecusable el sistema de las nociones primitivas sobre la economía general del Universo. Mientras nuestros medios de análisis fueron incompletos no pudo explicarse el destino de la mate-

ria que pasaba al estado gaseoso y se disolvía en la atmósfera, y un gran número de fenómenos que carecían de explicación, hicieron surgir la idea de creación y de aniquilamiento. Cuando se pudo descomponer el aire y el agua y adelantó el análisis elemental de las sustancias vegetales y animales, pudo establecerse de una manera irrecusable el principio fundamental de la perpetuidad necesariamente indefinida de toda materia; y las ideas de destrucción y creación que hacen suponer un origen teológico, fueron reemplazadas por las nociones positivas de composición y recomposición. Por lo que respecta á los fenómenos vitales, el conocimiento de los elementos componentes de la sustancia de los seres animados, ha corregido la equivocada idea de la economía animal; demostrando que no puede existir materia orgánica radicalmente heterogénea á la materia organizada y que las transformaciones vitales se hallan subordinadas, como todas las demás, á las leyes universales de los fenómenos químicos; la facultad de provocar artificialmente la estructura molecular de los

cuerpos, tal como se presentan á nuestra vista antes de analizarlos, la recomposición de los cuerpos que hemos destruído, corona la obra y el esfuerzo de las inteligencias que se dedican á ella. El análisis químico que descompone la materia y estudia los elementos así como la síntesis que recoge estos elementos y forma un cuerpo, es una de las mayores victorias que ha alcanzado el hombre sobre la naturaleza, con el eficaz auxiliar de la ciencia." (Estasén.)

En la escala enciclopédica de las ciencias, Augusto Comte no asignó un lugar á la geología, ciencia que se ocupa de la historia de nuestro planeta. La geología no es ciencia para despreciarse; es un factor importantísimo del movimiento filosófico actual; ha contribuído al avance de las ciencias naturales, esclareciendo varios problemas respecto al origen de la tierra y de los seres que la han poblado; y ha disipado conceptos teológicos á todas luces erróneos. Por esto, todos los autores modernos le señalan su puesto entre la

química y la biología, siendo los fenómenos geológicos más complejos que los de la química y menos que los de la biología; pero no todos están de acuerdo acerca de la extensión de la ciencia. Lyell la define el estudio de los cambios sucesivos experimentados por los reinos orgánico é inorgánico. Herbert Spenser limita más su comprensión y la considera como una parte de la geogenia. Ampère y Saint-Claire Deville le dan mayor extensión, comprendiendo en ella la geografía física, la mineralogía, geonomía é historia de la tierra.

Adoptamos la siguiente división de la geología, de los señores Tschermak y Geykie: 1º *Parte cósmica*, que estudia las relaciones de la tierra con los otros cuerpos del sistema solar; 2º *geognosia*, que estudia los materiales que forman la masa terrestre, y comprende la mineralogía; 3º *geología dinámica*, que comprende el estudio de las operaciones que intervienen en la formación, alteración y cambios de minerales y rocas; 4º *geología estructural*, que trata de la estructura ó de la disposición actual de las materias que componen la corte-

za de la tierra; 5º *geología paleontológica* ó estudio de las formas orgánicas ó fósiles, vegetales y animales, que se conservan en el seno de las rocas de la corteza terrestre; 6º *geología estratigráfica ó histórica*, que enumera y describe la serie cronológica de las grandes formaciones de la corteza de la tierra, determinando además el orden en que se han sucedido las diversas plantas y animales que en tiempos pasados la poblaron; 7º *geología fisiográfica*, que toma por base los hechos demostrados por la geología estratigráfica respecto á los cambios geográficos, traza la historia de las formas actuales de la superficie terrestre, las arrugas continentales y las cuencas oceánicas, las llanuras y valles. Explica las causas á que son debidas las diferencias locales del paisaje terrestre, mostrando en qué circunstancias tan diferentes y en qué tiempos tan diversos han tenido origen los contornos tan variados que ofrecen aún las comarcas más sencillas.

LECCIÓN VIII.

BIOLOGÍA.

Origen de los cuerpos: materia inorgánica y materia orgánica.—División de la materia orgánica.—Teoría celular.—Concepto de la vida.—Reino vegetal, reino animal, reino protista.—Idea de la psicología positiva.—Hipótesis biológicas.

1. Origen de los cuerpos; materia inorgánica y materia orgánica.—Se supone que todos los cuerpos de la naturaleza proceden de una sustancia ó materia primitiva, denominada *materia cósmica*. Un arreglo particular de las moléculas de esta materia ha determinado las diferentes clases de cuerpos ó de materias conocidas. Llama desde luego la atención del naturalista, aquella materia en que no se notan cambios en su composición atómica, que parece inerte, y que contrasta con la materia que cambia y se renueva constantemente por la movilidad de sus átomos. A la primera se le ha llamado *materia mineral ó inorgánica* y á la segunda *materia orgánica.*

Es en la materia orgánica, ó mejor dicho, en los seres organizados, donde se revelan los fe-

nómenos de la vida. La ciencia que estudia estos fenómenos ó que estudia la vida es la *biología*.

2. División de la materia orgánica,— Se divide la materia orgánica en *materia vegetal y materia animal*, aunque en los grados inferiores de la escala animal sea difícil y muchas veces imposible establecer diferencia entre ambos reinos; pues una y otra proceden inmediatamente de una misma sustancia ó formación orgánica primitiva, llamada *protoplasma*, sustancia que está dotada de vida. El protoplasma da origen á organismos inferiores, que ya pueden considerarse como protófitos, ya como protozoos. Por esta razón Ernesto Heckel ha propuesto su reino *protista*.

Pero analizadas químicamente la sustancia vegetal y la animal ya definidas, se reconoce, que la primera está compuesta generalmente de oxígeno, hidrógeno y carbono, y la segunda de estos mismos elementos más el ázoe. Y aunque antes hemos dicho, siguiendo la idea de Wurtz, que la química orgánica es la química del carbono, puede circunscribirse más

la idea, diciendo que la química vegetal es la química del carbono y la animal la química del ázoe. Pero esta división no es absoluta, porque hay vegetales en los cuales existen principios cuaternarios, tales como la glutina, la legumina ó caseína vegetal, la clorofila, etc.; y animales, que poseen principios ternarios, como la *quitina* del dermo-esqueleto de los artrópodes, la azúcar del hígado descubierta por Claudio Bernard, y que se forma por la acción glicogénica de ese órgano.

3. Teoría celular.—Desde los trabajos de Virchow, la *teoría celular*, fundada en hechos que la observación pone de manifiesto, ha llegado á ser una de las principales verdades fundamentales de la ciencia biológica, que explica casi todos los fenómenos del organismo.

Todo cuerpo organizado, vegetal ó animal, observado al microscopio, se ve que está formado de elementos histológicos ó tegidos, que á su vez se componen de otros elementos más pequeños llamados *células*.

Una célula es un pequeñísimo glóbulo ó por-

ción de protoplasma, dentro del cual se nota un *núcleo*, que á su vez contiene un *nucleolo*. El glóbulo está envuelto en una membrana exterior, que algunas veces puede faltar; puede haber más de un núcleo ó de un nucleolo.

La embriología ha demostrado, que todo organismo procede de una célula embrionaria, semilla ú óvulo, que por la fecundación da lugar á un vegetal ó á un animal respectivamente. De aquí el principio *omnis cellula e cellula.*

Un organismo cualquiera, es, pues, un agregado de células. Las células están dotadas de vida propia: nacen, se nutren, crecen, se reproducen y al fin mueren. La vida general de un individuo de una especie, resulta de la vida particular de las células.

"Un animal ó un vegetal son una colonia ó una sociedad celular entre cuyos elementos se ha dividido racionalmente el trabajo, originándose en órganos diversos que funcionan armónicamente. La célula puede considerarse como el individuo social; no hay para esto inconveniente alguno; la célula que forma parte de una planta ó de un animal tiene vida parti-

cular además de contribuír á la que integra el todo social; la célula, aun cuando forme parte de un organismo, se nutre, se reproduce y muere, y al morir no compromete la vida del conjunto; tiene por tanto vida individual independiente, en cierto modo, de la vida social, de la misma manera que en una sociedad humana cada individuo tiene su propia vida y realiza á la vez actos que contribuyen á la vida del conjunto; además hay células no asociadas que tienen la misma estructura de las sociales y viven con entera independencia; tal sucede á las que se consideran como animales ó como vegetales inferiores.

La sociedad celular se regula por leyes, por principios á los que debe su estabilidad, su armonía y su progreso. Estas leyes, estos principios, pueden aplicarse por igual á todas las organizaciones sociales de cualquier grado que sean. Para que un conjunto de individuos adquiera organización, es en primer término necesaria la *división del trabajo social* entre los que se asocian; esta división en las masas de células la impone la misma naturaleza; las que

ocupan la parte externa de la masa están en contacto con el medio que les rodea, sufren su influencia y con ella se fortalecen, modificando las condiciones de la cubierta, que se convierte en protectora del conjunto; las células internas, libres de la acción del medio, pueden dedicarse á otro trabajo distinto. Con la división funcional cada célula realiza dos clases de actos; los que atañen á su vida y los que está obligada á realizar para que la sociedad viva; y si estos últimos se van especializando cada vez más y la célula al fin se ve precisada á desempeñar una función concreta de toda su vida, adquiere grandes facilidades que le permiten desempeñar su cometido cada vez con más rapidez y más seguridad; la división del trabajo trae consigo la diferenciación del cuerpo social en órganos distintos, la *diferenciación orgánica*, y además el *perfeccionamiento funcional*, que da por resultado forzoso un *progreso orgánico* incesante." (Odon de Buen.)

4. Concepto de la vida.— Distinguiremos fácilmente y á primera vista un ser dotado de vida de otro que carece de este impor-

tante atributo; pero la vida es el fenómeno más complejo que presenta la materia bajo ese modo de ser particular que se denomina materia organizada. Por eso es tan difícil dar en pocas palabras una idea de lo que se entiende por *vida.*

Bichat la ha definido: el conjunto de funciones que resisten á la muerte.

Blainville la caracteriza por el movimiento interior á la vez general y contínuo de composición y descomposición.

Spencer dice, que la vida es la adaptación contínua de las relaciones interiores á las relaciones externas.

Lewes dice, que la vida es una serie de cambios definidos y sucesivos de estructura y de composición, que obran sobre un individuo sin destruir su indentidad.

Letourneau considera la vida como un doble funcionalismo de composición y descomposición contínuo y simultáneo en el seno de las sustancias plasmáticas y de los elementos anatómicos.

Alejandro Bain explicando la definición de

Spencer dice, que la vida no es más que una serie de cambios sucesivos ó simultáneos, que tienden á un fin determinado y que adaptan cada organismo al medio ambiente.

Ninguna de estas definiciones por bien meditada que parezca da una idea completa de la vida; pero todos estos autores convienen en que la vida no es una cosa distinta de la materia y que por el contrario, es una fuerza inherente á ella bajo su forma organizada. No hay materia vital, ni fuerza vital, fuera de la materia, en la cual no se observa otra cosa que movimientos particulares de especial carácter.

En el estudio de la vida la filosofía positiva debe proceder, tratando de hacer un análisis detallado de los caracteres esenciales de los seres organizados, bajo el doble punto de vista de su estructura y de sus funciones, sin perder de vista que, en general, los fenómenos vitales están bajo el imperio de las leyes físicas y químicas.

Ya hemos visto cómo los elementos minerales simples se asocian, se arreglan y combinan para formar la materia organizada primi-

tiva ó protoplasma. En estas condiciones los actos fundamentales por los cuales se revela la vida son: la nutrición, la reproducción y la irritabilidad. Así, considerando algunos de esos organismos rudimentarios, como las amibas, vemos que ejecutan cambios con los medios exteriores en que se hallan y que reparan las pérdidas que sufren; y que mediante este acto, que es un acto de nutrición, pueden ganar más de lo que pierden y aumentar así de volumen ó crecer. Cuando este crecimiento es excesivo, la masa se opone al desarrollo de su actividad y tiene que dividirse en partes ó lo que es lo mismo, que reproducirse. Y en caso de que las condiciones del medio no sean apropiadas á su existencia, aquellos seres se manifiestan sensibles y se sustraen en cuanto pueden á esas condiciones, concentrándose en su propia masa ó moviéndose hacia otros lugares de mejores condiciones.

Los mismos fenómenos se observan en organismos más perfectos, aunque más complicados. La nutrición, por ejemplo, se descompone en varios actos diferentes, tanto en ve-

getales como en animales, según el arreglo celular y la forma que la organización reviste. Otro tanto puede decirse de las funciones de reproducción y de relación.

Para formarnos, pues, un concepto conveniente y positivo de la vida hay que penetrar en los secretos de la organización y de su funcionalismo. A estos estudios biológicos corresponden la anatomía y la fisiología tanto vegetal como animal, reservándose el nombre de histología para el estudio de la célula y de sus diversas modificaciones.

5. Reino vegetal, reino animal, reino protista.—Partiendo del concepto errado de considerar á los animales y los vegetales como organismos antagónicos, sin tener en cuenta su común origen, se han esforzado los naturalistas en establecer diferencias capitales entre una y otra agrupación. Y al efecto, se han señalado diferencias en la forma, manera de hacerse la reproducción, la composición química, los movimientos, la sensibilidad, etc., entre unos y otros de aquellos seres. Pero nada de absoluto puede establecerse bajo estos diferentes puntos de vista.

Si comparamos un animal superior, un vertebrado, por ejemplo, con un vegetal cualquie-

ra, desde luego percibimos la gran diferencia que existe entre uno y otro. En el primero observamos movimientos voluntarios y los signos de la sensibilidad y aun de conciencia, mientras que en el segundo no se presentan estos fenómenos, y por consiguiente nos parece que sea un ser inanimado. Por esto se ha definido el animal, diciendo que es un ser vivo dotado de sensibilidad y de movimiento voluntario, negando tales atributos al vegetal.

Empero, no sucede lo mismo si establecemos la comparación entre los seres inferiores de ambos reinos. Existen animales simples, que no se mueven del lugar que ocupan y que no dan signos de sensibilidad; y vegetales que presentan los caracteres que han sido atribuídos á la animalidad. Así, las esponjas, el coral de mar, etc., no se mueven de su lugar y los poríferos, que carecen de sistema nervioso y de órganos de los sentidos, no presentan otra cosa que movimientos imperceptibles debidos á la irritabilidad propia de la materia orgánica. Al contrario, la sensitiva (*Mimosa pudica*) y otras plantas del mismo género mueven sus hojas y las cierran al más leve contacto; la rosa crepuscular (*Drosera rotundifolia*) y la planta llamada atrapa-moscas (*Dionæa*

muscipula) cierran sus hojas para cazar insectos, que son digeridos como en un estómago. Son estas las plantas carnívoras ó insectívoras, cuya historia ha trazado Darwin con tanto cuidado.

Resulta, pues, que la presencia ó la ausencia de aquellas condiciones, que se han tenido como esenciales (movimiento voluntario y sensibilidad) no pueden considerarse como tales para caracterizar en el primer caso un animal y en el segundo un vegetal. La materia contráctil de los animales inferiores, que sustituye á la fibra muscular, *la sarcoda*, es enteramente semejante al protoplasma vegetal, que también poseé la contractilidad. No existe, en consecuencia, un verdadero criterio para establecer una diferencia cierta entre ambos reinos. "Animales y vegetales tienen un punto de partida común, la sustancia contráctil, y se desarrollan en direcciones distintas, que al principio de su desenvolvimiento se confunden entre sí muchas veces, y no se manifiestan en todo su evidente antagonismo hasta que llega la organización á su pleno desarrollo" (Claus).

He aquí por qué los naturalistas han encontrado verdadera dificultad al hacer la clasificación de vegetales y animales. Los seres ce-

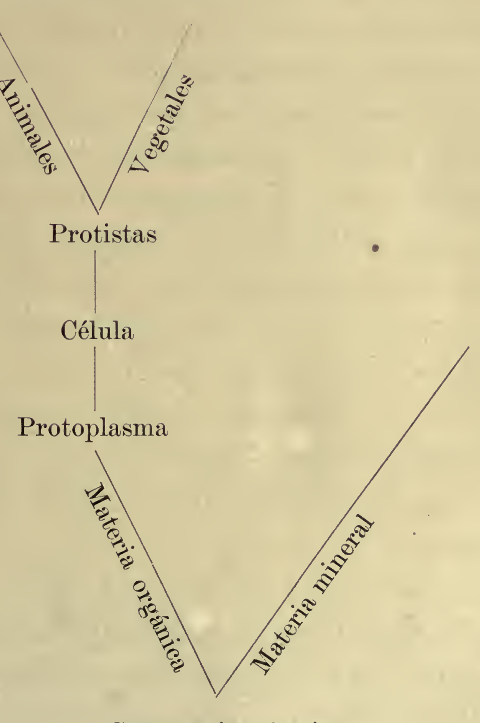
lulares, como las amibas, rizópodos, gregarinas, etc., han sido considerados por unos como vegetales y por otros como animales, no siendo en realidad ni una ni otra cosa. Por esta razón Ernesto Heckel, el sabio profesor de Jena, para zanjar la dificultad ha establecido antes de los reinos vegetal y animal el reino de los *protistas*.

"El procedimiento de Heckel, dice Claus, es bueno; con los protistas la cuestión es clara; entonces las primeras diferencias de la materia, los primeros grupos establecidos, adquieren su verdadero valor, se aprecia á la vez que el proceso de diferenciación, la estrecha unidad que á todos los seres impone el común origen."

Según nota de Eduardo Hartmann, Heckel ha reformado nuevamente su clasificación del reino de los protistas, admitiendo como antes que todos los organismos de reproducción asexual deben entrar en este reino, y en el vegetal y animal respectivamente los que se reproducen mediante ley de sexualidad; sacando esta consecuencia notable: que los ascendientes comunes de los animales y plantas no poseyeron la reproducción por sexos y que no habiéndola recibido como herencia de aquellos progenitores, necesariamente tuvieron que

desarrollarse por sí mismos independientemente los unos de los otros.

Claus traza del primer proceso de la naturaleza en la formación de los seres, el siguiente interesante esquema.



6. Idea de la psicología positiva.— En la investigación de los fenómenos vitales deben tenerse presentes las manifestaciones psíquicas é instintivas de los animales, especialmente de los superiores en la escala. Pero es un hecho que los actos intelectuales, las voliciones, los sentimientos y los instintos en el hombre están enteramente ligados al sistema nervioso, del cual dependen de una manera directa. No hay inteligencia sin cerebro, no hay sensibilidad ni tendencias de ningún género, sin sistema nervioso. Por consiguiente, una *psicología* que no se funde en el estudio estructural y funcional del sistema nervioso, en general, es imposible. Bajo este punto de vista, la psicología es una ciencia natural, es parte de la biología y depende de las leyes de esta ciencia.

No se pretende conocer por medio de las leyes biológicas lo que los metafísicos llaman la esencia del espíritu; pero no cabe duda que, como dice Schiff, el camino para llegar á este conocimiento pertenece al conocimiento de los fenómenos de la naturaleza; la psicología no

es otra cosa que un desarrollo ulterior de la física y la fisiología.

"La ciencia fisiológica, dice Estasén, está aun hoy lejos de ofrecer una completa interpretación objetiva de todos los fenómenos psíquicos que conocemos. Los actos excesivamente sutiles de la volición, por ejemplo, esperan todavía la explicación fisiológica que servirá en su día para disipar muchas tinieblas metafísicas. Hoy día se preparan los materiales, se acumulan los datos, se estudia el órgano cerebro, el cerebelo y médula especial, cuyas funciones son las más elevadas de nuestro organismo y por lo tanto las que más se parecen y aproximan á las funciones que denominamos del espíritu, y se trata de fijar la naturaleza y carácter de aquellas funciones."

Por de pronto, como los mismos metafísicos son impotentes para dar una definición real de lo que es el espíritu, la filosofía positiva lo define por sus tres atributos ó manifestaciones: la sensibilidad, la voluntad y la inteligencia.

Son hechos de sensibilidad los placeres y las

penas y todas nuestras emociones como el amor, el odio, el miedo, etc.

La voluntad es la acción determinada por los sentimientos.

El pensamiento ó la inteligencia, contiene las operaciones que llamamos memoria, razonamiento, imaginación, etc.

Las sensaciones son hechos en parte intelectuales, en parte sensibles.

Á esta definición del espíritu hay que agregar el hecho de que va siempre unido al cuerpo; pero es imposible decidir con certeza si esta unión constituye una relación de causalidad, ó un simple encuentro de atributos coexistentes. Por lo demás siempre se ha fracasado cuando se ha hecho la tentativa de trazar una línea de demarcación entre las funciones que dependen del cuerpo y las que se ha pretendido que son independientes (Bain).

Repitamos por último, que todo el porvenir de la psicología radica en los progresos y descubrimientos de la fisiología y especialmente de la fisiología cerebral.

7. Hipótesis biológicas.—Precisamente por la complicada estructura de los seres vivos y la variedad de los fenómenos que presentan, la biología tiene necesidad de recurrir á hipótesis lógicamente fundadas, y comprobables por la experiencia, para esclarecer ó explicar las leyes á que están sujetos.

Las más importantes de las hipótesis biológicas son: la de la evolución de Lamarck, llamada también de la desendencia ó del trasformismo, la del origen del hombre, que se relaciona con la anterior, y la de la reproducción.

1º *Hipótesis de la evolución de Lamarck.* Para comprender mejor el origen y necesidad de la hipótesis de la evolución, es preciso dar una idea de lo que debe entenderse por *especie* en historia natural.

El concepto de la especie no está bien definido. La idea más generalmente adoptada por los naturalistas ha sido la de considerar la especie como una unidad independiente, que se perpetua con sus caracteres por la reproducción; pero la especie no es permanente en sus caracteres, de tal manera que muchas ve-

ces se hace difícil el determinarla y es imposible fijar límites entre la especie y la variedad.

En primer lugar, en los individuos de una misma especie se observan frecuentemente diferencias marcadas que se llaman *variedades*. Estas diferencias pueden trasmitirse á los descendientes, constituyéndose así lo que se llama *subespecies ó razas*, que pueden ser *naturales ó artificiales*.

En segundo lugar, los naturalistas han observado, que hay variedades procedentes de la misma raza, que presentan diferencias más marcadas entre sí que las que se notan entre especies distintas en el estado salvage. Así es como las razas cultivadas de palomas, que Darwin crée descienden de la especie *columbia livia*, presentan grandes variaciones que podrían tomarse por especies y aun por géneros diferentes.

Aun recurriendo al carácter que se considera más importante en la especie, es decir, á la comunidad de descendencia y al cruzamiento fecundo, se presentan, según lo hace notar el Doctor Claus, dificultades insuperables para limitar la idea de especie.

En efecto: especies diferentes y aun lejanas dan lugar por su cruzamiento á descendientes que se llaman *bastardos ó híbridos;* y si es verdad que estos individuos son generalmente estériles, varios hechos han probado que muchos híbridos pueden en el estado doméstico ó en el salvage ser tan fecundos como las especies de que proceden; ejemplo, los híbridos de conejo y liebre. Se considera como muy probable que el buey actual, el cerdo, el gato y todas las numerosas razas de perros procedan de especies primitivas salvages.

En cuanto á los *mestizos* ó descendientes de razas distintas de una misma especie, presentan excepciones notables en su fecundidad. Según testimonios dignos de fe, algunas razas no se cruzan, notándose aversión entre los individuos y ningún resultado cuando han llegado á juntarse.

Se citan como ejemplos, el gato doméstico del Paraguay importado á aquel país de Europa, que muestra aversión decidida al gato europeo; el cochinillo de Indias, aclimatado en Europa no se cruza con el del Brasil, del cual

es probable que descienda, y así de otros mestizos.

Ahora bien: en vista de la dificultad de fijar el concepto de la especie, hubo necesidad de combatir y desechar la hipótesis de la *invariabilidad de las especies*, y en 1809 el gran naturalista francés Lamarck expuso su hipótesis de la descendencia de las especies unas de otras ó sea la doctrina del *trasformismo*.

He aquí un resumen de esta doctrina, que tomamos de la Antropología del Doctor Topinard. "La especie, dice Lamarck, varía hasta lo infinito, y considerada en el tiempo, no existe. Las especies pasan de una á otra por una infinidad de transiciones así en el reino animal como en el vegetal; nacen por vía de trasformación ó de divergencia. Remontando la serie de los seres, llégase así á un corto número de gérmenes primordiales, ó mónadas, que provienen de generación expontánea. La escala con que se comparaban antes los reinos orgánicos no existe, según dice, sino para las masas principales. Las especies, por el contrario, son como las extremidades aisladas de

las ramas, que forman cada una de dichas masas.

Esta hipótesis grandiosa nació en el cerebro de Lamarck en un tiempo en que faltaban la mayor parte de los conocimientos de Historia natural, de Paleontología y de Embriología, que después le iluminaron con tan viva luz. Nada se ha añadido á su principio; las vías y medios de trasformación fueron objeto de discusiones; hanse aducido hechos observados; se han propuesto listas genealógicas de los seres; pero el fondo se ha mantenido intacto, así en Francia como en Inglaterra y Alemania. Lamarck, adelantándose á su época y resistiendo al centro en que vivía, fué un hombre de genio.

Las vías y medios de Lamarck se resumen en una frase: la adaptación de los órganos á las condiciones de existencia. El cambio en las circunstancias exteriores, decía, obliga al animal, puesto en presencia de otros más fuertes, ó de nuevas condiciones de vida, á contraer costumbres distintas, que producen un exceso de actividad en ciertos órganos, ó una

falta de ejercicio en otros. En virtud de la ley fisiológica inherente á todo organismo, de que el órgano ó cierta parte de él disminuye ó aumenta en proporción á su trabajo, estos órganos llegan á modificarse, adaptándose al fin á nuevas condiciones. La fuerza interior del organismo dependiente de la función general de nutrición que él invocaba, es en efecto inmensa. Las necesidades que provocan los cambios exteriores la ponen en juego."

Cuvier que era el defensor de las ideas ortodoxas de la época en que apareció la doctrina de Lamarck, la combatió en su principio y el trasformismo pareció vencido en Francia; pero más tarde sabios y eminentes naturalistas como Mathews, Lecog, Herbert Spencer, Lyell, y otros, sostuvieron la doctrina y por último aparece Darwin en 1859. "En este gran naturalista, dice Topinard, no influyeron gran cosa las miras de Lamarck; concibió sus ideas originales durante un viaje al rededor del mundo en el *Beagle*. De regreso á Londres, seis años después, estudió los resultados obtenidos por los que se dedican á la cría de ani-

males, é hizo por sí mismo varios experimentos, particularmente en las palomas. La selección artificial le preocupaba mucho, cuando un día cayó en sus manos el libro titulado *Población*, de Malthus. Esto fué para él un rayo de luz; había encontrado la palabra que debía dar vida á su teoría, el *struggle for life*, ó la lucha por la existencia."

Darwin funda toda su teoría del origen de las especies en la ley comprobada de la selección natural, como consecuencia de la lucha por la existencia, y aplica esta ley al trasformismo de Lamarck.

Explica la trasformación por la superioridad que proporciona á un individuo una ventaja cualquiera en la lucha cotidiana.

Darwin agrega á la selección por concurrencia vital, la selección por concurrencia sexual, que depende de la voluntad, de la elección y de la vitalidad de los individuos, y que modifica sobre todo á los machos.

El darwinismo no es en resumen más que "la selección natural por la lucha por la existencia," aplicada al trasformismo de Lamarck.

2º *Hipótesis del origen del hombre.* He aquí uno de los más arduos y curiosos problemas de la antropología: el origen del hombre.

Tres clases de teorías ó doctrinas se han establecido para explicar el origen del hombre, que corresponden á los tres métodos de filosofar ó á las tres fases diferentes y sucesivas del desarrollo intelectual.

Entre las doctrinas teológicas ó religiosas, ocupa el primer lugar la doctrina bíblica, que establece que todos los hombres descienden de una sola pareja creada por Dios, Adán y Eva, y consecutivamente de otras tres salvadas del diluvio; que todas las especies animales provienen también de las parejas libradas al mismo tiempo; que la influencia de los medios se manifestó al punto, y que la diversidad de lenguas vino después.

Las doctrinas metafísicas explican el origen del hombre y del mundo en general, considerando la intervención de una fuerza extraña, de la naturaleza inteligente, ó de una voluntad suprema, que obra bajo un plan preconcebido, tales son, por ejemplo, el homogenismo

de Quatrefages y el poligenismo de Agassiz, doctrinas que tienen mucho de teológicas.

Las doctrinas científicas ó positivas son de muy diverso género y se fundan en la observación de los hechos naturales. Entre estas citaremos como la más notable é importante la de Hæckel, tal como la expone Mr. Topinard.

"Basándose paralelamente en la Anatomía comparada, la Paleontología y la Embriología, el sabio profesor de Zoología de la universidad de Jena ha discurrido la evolución siguiente:

"Al principio del período de la tierra, llamado *lauréntico* por los geólogos, y del encuentro fortuito, en condiciones que tal vez no se hayan presentado más que en dicha época, de algunos elementos de carbono, oxígeno, hidrógeno y nitrógeno, se formaron los primeros grumos albuminoideos. A sus expensas, y por vía de generación expontánea, surgieron las primeras células conocidas, las *moneras*. Estas células se segmentan, se multiplican, se disponen en órganos, y por una serie de transformaciones que Mr. Hæckel supone en número de nueve, llegan á dar nacimiento á algu-

nos vertebrados del género del *amphioxus lanceolatus*. La separación de los sexos aparece marcada en ellos, viéndose ya la médula espinal y la *chorda dorsalis*. Al décimo grado, aparecen el cerebro y el cráneo, como en las lampreas. Al undécimo despuntan los miembros y las mandíbulas, como en los escualos; en tal momento la tierra no ha pasado del período silúrico. Al décimosexto queda terminada la adaptación á la vida terrestre. Al décimoséptimo, que corresponde á la fase jurásica de la vida del globo, la genealogía del hombre se eleva al kanguro, entre los marsupiales. Al décimoctavo llega á ser lemúrido, y empieza la edad terciaria. Al décimonono ya es catirrino, es decir, un mono de cola, un piteco. Al vigésimo, asciende á antropoidéo durante todo el período mioceno próximamente. Al vigésimo primero es el hombre mono, y por consiguiente aun no tiene el lenguaje ni el cerebro correspondiente. Por último, al vigésimo segundo aparece el hombre tal como le conocemos, á lo menos en sus formas inferiores. Aquí termina la enumeración, pero Mr. Haec-

kel olvida el grado vigésimo tercero en el cual se manifiestan los Lamarck y los Newton.

"El hombre, llegado á tanta altura, debe haber partido de tan ínfimo origen, según esta teoría. Su genealogía se confunde con la de los primeros y más sencillos corpúsculos orgánicos. Lo que hoy es un día en el claustro materno, lo habrá sido de un modo permanente en sus comienzos en la vida animal.

"Esta idea lastima el amor propio é indigna á los que se complacen en rodear de una brillante aureola la cuna de la humanidad; y si cifráramos nuestra gloria en nuestra genealogía y no en nuestras propias obras, podríamos en efecto creernos humillados; pero ¿qué es, después de todo, ese nuevo golpe contra nuestro amor propio en comparación del que la Astronomía nos ha descargado ya? Cuando se establecía que la tierra estaba en el centro del mundo y se creía el universo creado para la tierra y ésta para el hombre, nuestro orgullo podía estar satisfecho. Esta doctrina, que los alemanes llaman *geocéntrica* con relación á la tierra y *antropocéntrica* con relación al hombre,

estaba perfectamente coordinada; pero derrumbóse el día en que se demostró que la tierra no es sino el humilde satélite de un sol que á su vez no es más que uno de los puntos luminosos del espacio: aquel día, y no hoy, fué cuando el hombre debió sentirse humillado. Ya no era para él para quien el sol salía todas las mañanas, para quien la celeste bóveda iluminaba todas las noches sus infinitos fanales; y de todo aquel *macrocosmo* que se le escapaba, quedábale sólo un ínfimo planeta. Así como aquel campesino que había soñado con el imperio del mundo, despertábase en una humilde choza. Y no sin pesar se vió rebajado así; durante largo tiempo, el recuerdo de su sueño desvanecido vino á turbar su mente, pero fué preciso resignarse, acostumbrarse á la realidad, y hoy se consuela con no ser ya ese rey de la creación, reflexionando que es realmente el rey de la tierra.

"Derecho tiene á estar orgulloso de ese reino que nadie le disputa, que ni está amenazado ni se amengua por la idea transformista. Bien lo haya conquistado por sí mismo ó ya le

provenga de sus primeros antecesores, ¿será menos verdadero? Lejos de rebajar al hombre y su origen, la doctrina de Lamarck los enaltece y ennoblece, sustituyendo á la hipótesis de lo sobrenatural la hipótesis de la mutabilidad y de la evolución natural de las formas orgánicas.

"Pero después de todo, ¿qué importan á la ciencia los pesares ó las satisfacciones de algunos? Sus miras se sobreponen á esto. El hombre no es libre de poner ó no poner un freno á la actividad funcional de su cerebro; su espíritu de examen es el más noble, el más irresistible de sus atributos; y como lo ha dicho Mr. Gabriel de Mortillet en el Congreso de la Asociación para el progreso de las ciencias, en 1876, su carácter distintivo está aquí, y no en la religiosidad. A falta de saber, la imaginación sueña en lo desconocido y se lo presenta á nuestra imagen; pero á los verdaderos observadores les basta la realidad; contemplan el magnífico espectáculo que se desarrolla á su vista, y adoran la Naturaleza misma en su belleza, su grandiosidad, su armonía

y sus mil variaciones de forma y de movimiento. El animal tiene la simple noción de causa á efecto y ve en el límite de sus facultades y de sus sentidos; sólo el hombre busca y quiere; su horizonte es indefinido, como sus facultades intelectuales cuando se ejercen sin trabas.

"Que no se trate, pues, de estrechar el círculo de la ciencia. ¿No es ella la que progresivamente nos ha conducido á través de las edades al grado de prosperidad de que gozamos? ¿No es ella la que engendra la civilización, que nos proporciona el bienestar, las satisfacciones más puras, y nos enseña la filosofía, asegurándonos la supremacía de todo cuanto hay en nuestro planeta? A cada cual su misión en esta vía inmensa: á los unos las aplicaciones á la corriente de la vida; á los otros las verdades. Tomen los demás por objetivo desarrollar en las sociedades ideas de justicia, de honor y de moralidad, sin las cuales no pueden subsistir; los medios que para ello deben adoptar son de su incumbencia. Nuestra misión es demostrar los hechos, deducir leyes y con-

siderarlas fríamente, sin dejarnos dominar por el menor impulso de sensibilidad.

"Sea cual fuere su origen y su porvenir, el hombre no es para la Antropología más que un mamífero, aquel cuya organización, cuyas necesidades y enfermedades son las más complejas, aquel cuyo cerebro y sus admirables funciones han alcanzado hasta aquí el máximum del desarrollo. Como tal está sometido á las mismas leyes que el resto de los animales, y como tal participa de sus destinos. Individuo, nace, se reproduce y muere; humanidad, proyecta una viva luz y se perpetúa como esos soles que iluminan mundos y acabarán por extinguirse."

3º *Hipótesis de la reproducción.*—"La reproducción de todo ser vivo, por el hecho de un pequeño glóbulo que encierra en sí mismo el porvenir de toda una especie: he ahí la mayor maravilla del universo físico, el punto culminante de la complicación orgánica.

"M. Herbert Spencer y M. Darwin, han expuesto recientemente hipótesis destinadas á explicar este hecho, (Spencer, *Biología,* I, 253;

Darwin, *Domestication*, II, 357.) Las dos teorías tienen grandes analogías y pueden ser expuestas á la vez. M. Darwin, sin embargo, se aventura más y sus ideas pueden citarse como un excelente ejemplo de *hipótesis* biológica. Prepara el terreno generalizando todos los diferentes modos de reproducción sexual ó insexual. Los modos de reproducción insexual, como por ejemplo, los botones ó los ingertos, pueden ser considerados como procedimientos idénticos á los que la naturaleza emplea para mantener cada órgano en su integridad, para asegurar el crecimiento y el desarrollo de su estructura y para reparar las lesiones sufridas. Parece, pues, justo suponer, que los modos de reproducción sexual no son más que modificaciones del mismo hecho.

"La hipótesis, por otra parte, es esta; cada huevo ó cada germen (de la hembra), cada spermatozoide ó cada semilla de polen (del macho), es en realidad una vasta agregación, un mundo Cada germen está compuesto de una multitud de corpúsculos pequeños, que pueden llamarse germículas y que poseen to-

das las propiedades de crecimiento ó de reproducción generalmente atribuidas á las células. Estos corpúsculos difieren según las especies.

"Para cada parte distinta del animal ó de la planta, aun la más pequeña, hay en este germen, germículas diversas, que pertenecen al género del órgano que se trata de reproducir y que son destinadas á formarle poco á poco, en virtud de las leyes de su crecimiento ordinario. Cada animal contiene así germículas no desenvueltas, de todos sus órganos y de las diferentes partes de sus órganos; estas germículas circulan en el organismo, se reunen para formar el huevo del animal ó de la planta, y por una expansión completamente natural, reproducen el nuevo individuo completo en todas sus partes. Sin duda, es preciso suponer que alguna fuerza las determina á ocupar el sitio que les conviene: pero sabido es que no hay sobre este punto una fijeza absoluta, y esto es lo que M. Darwin prueba con gran número de ejemplos de órganos mal colocados. Este hecho es favorable, según él, á la hipótesis de una multitud de germículas, y refuta to-

da suposición de que en el germen exista un microcosmo, suposición que es contrariada además por una multitud de hechos.

"El mérito de agrupar, reconciliar y generalizar una multitud de hechos basta para justificar esta audaz hipótesis. Sin duda, que por la naturaleza de estos hechos, no podemos llegar á penetrar el misterio de la operación, ni á construir una hipótesis que excluya todas las demás.

"Pero no por esto deja de ser la de Darwin un apéndice importante á todas las teorías que puede sugerir el gran hecho de la asimilación vital." (Bain.)

Digamos, por último, dos palabras sobre la cuestión de la generación expontánea.

Es evidente que las especies, tanto animales como vegetales acabarían por desaparecer, si no se produjesen nuevos individuos, ya que es limitada la vida de cada organismo; esto es lo que sucede: á una generación se sigue otra generación. Mas pudiera suceder, que además de la *reproducción ó generación sexual* hubiese una *generación expontánea*, en virtud de

la cual se produjesen los individuos sin progenitura. A esta generación la han llamado los naturalistas *generación equívoca.*

La idea de la generación expontánea es muy antigua. Aristóteles la admitía y decía que del limo de la tierra salen expontáneamente ranas y anguilas; y Redi creía que la putrefacción de la carne producía gusanos de la misma manera. Al presente la teoría de la generación expontánea es defendida ardientemente por Mr. Pouchet; pero tiene en Pasteur un antagonista decidido, que no admite tal generación.

Hoy queda la cuestión reducida á saber si se generan ó no expontáneamente los micro–organismos que se desarrollan en las infusiones en descomposición, ya que no cabe duda que los entozoarios y los infusorios no se reproducen expontáneamente.

Si alguna vez se llegara á probar que hay generación equívoca, una gran revolución se produciría en la ciencia biológica; pero hasta la fecha la cuestión está indecisa, aunque la mayor parte de los naturalistas rechazan di-

cha generación. Solamente, según Claus, esta generación "parece un postulado casi necesario para explicar la aparición primera de los organismos." Y así debe ser si admitimos el origen de las especies como un hecho natural debido á la evolución.

CUARTA PARTE.

Sociología.

LECCIÓN I.

La idea fundamental de la sociología es la de la evolución.—Extensión de la sociología, su estado actual.—División de la ciencia sociológica.

1. **La idea fundamental de la sociología es la de la evolución.**—La hipótesis de la evolución que hemos bosquejado en la parte biológica de estos estudios, se ha elevado en estos últimos tiempos el rango de una doctrina general aplicable á todos los órdenes de seres del universo y es la base de esa fecunda y trascendental filosofía llamada filosofía spenceriana.

Esta doctrina establece que en el gran conjunto que llamamos naturaleza ó cosmos, todo se trasforma ó evoluciona, pasando de lo simple á lo compuesto, de lo homogéneo á lo heterogéneo, de lo indefinido á lo definido, mediante reintegración de la materia y de las fuerzas.

Así, hay una *evolución inorgánica* en virtud de la cual la materia cósmica se ha trasformado en nebulosas, en estrellas é infinidad de sistemas planetarios. (Véase Teoría de Laplace.) Por medio de esta misma evolución el planeta que habitamos ha pasado del estado ígneo al estado geológico actual, durante un período de tiempo incalculable.

Hay una *evolución orgánica* que explica por la formación de los primeros organismos simples, de producción expontánea, la existencia actual, por trasformaciones sucesivas, de seres más complicados en los reinos vegetal y animal. (Véanse Doctrina de Lamarck y Darwin.)

Pero la ley de la evolución abarca también la evolución que Spencer llama *superórgánica* ó de la vida social, que comprende las diferentes fases por las cuales han pasado las agrupaciones humanas, desde las tribus salvajes primitivas hasta las sociedades civilizadas de la época presente. Esta evolución explica los cambios que se han operado en las ideas, instituciones y creencias de los pueblos desde los tiempos históricos hasta la fecha.

En resumen, la ley de la evolución es una ley universal. "Doquiera la materia adquiere individualidad y carácter distintivos de otra materia, allí hay evolución; todo varía y se trasforma, toda existencia no es más que una transición, un momento entre lo que comienza y lo que acaba. En el ser humano vemos la generación que le ha precedido y la que habrá de seguirle; en una generación humana, la humanidad; en la humanidad, la misteriosa evolución de la vida; en la vida, las trasformaciones geológicas que la han originado; en la tierra, la materia cósmica de que procede; en la materia cósmica, en fin, un modo de existencia que se cierne en las regiones de lo incognoscible." (Prólogo de E. Cazorla, Principios de sociología por H. Spencer.)

Una sociedad humana debe considerarse como un organismo que evoluciona como cualquier otro organismo; sus creencias, costumbres, leyes é instituciones, dice el mismo escritor, obedecen á la misma ley; las ciencias, artes, lenguaje siguen ese flujo universal de lo sencillo á lo complejo, de lo homogéneo á lo

heterogéneo, de lo indefinido á lo definido; todo, en suma, está sujeto á leyes permanentes é inflexibles, desde la familia al Estado, desde el Estado á la Nación, desde la Nación á la humanidad.

Existe, pues, una ciencia que estudia la organización y funciones de las sociedades humanas en general, compuestas de seres que proceden libremente en todos sus actos. Esta ciencia es la sociología.

2. Extensión de la sociología, su estado actual.—La sociología, definida sencillamente por A. Comte, la ciencia de la sociedad, definición aceptada por Spencer, es la más complicada de todas las ciencias. El campo de sus investigaciones es extensísimo. Supone el conocimiento de todas las leyes de la naturaleza, tanto de la inorgánica como de la orgánica, por las influencias que el medio exterior ejerce sobre la vida del hombre y el desarrollo del organismo social.

Es la sociología una ciencia aun no constituída al estado positivo y más bien puede decirse que está en sus comienzos. No obstante

el poderoso impulso que ha recibido de la filosofía positiva por los trabajos de Comte, Letourneau, Roberty, Siciliani, Lombroso, Spencer y otros sabios sociologistas, no ha progresado lo bastante, y esto es debido tanto á las dificultades propias de su estudio, como á los obstáculos que le ha presentado el poder político-religioso, que todavía lucha por explicar los fenómenos sociales y dirijir y gobernar las sociedades por las inspiraciones y preceptos teológicos.

3. **División de la sociología.**—La ciencia sociológica se ha dividido, por su grande extensión, en varias ciencias secundarias. Considerando la evolución ó el desarrollo de la humanidad en el tiempo, como consecuencia de la ley del progreso á que está sujeta, se constituye la *Historia*, que es la más vasta de las ciencias sociológicas. Viene después la ciencia del *Derecho*, que según Ahrens es el conjunto de las condiciones dependientes de la voluntad y necesarias para la realización de todos los bienes individuales y comunes que forman el destino del hombre y de la sociedad. El ob-

jeto ó el fin del derecho es la perfección de la personalidad y de la sociedad humanas.

Las condiciones á que se refiere esta definición, son de dos clases: externas é internas.

Las *externas* son los objetos del mundo exterior, que el hombre somete á su voluntad para su servicio, y las *internas* son las acciones dependientes de la inteligencia y de la voluntad humanas. Por esto Lastarria, que establece esa división, amplía la definición de Ahrens, diciendo, que la idea del derecho es el conjunto de las condiciones externas é internas dependientes de la cooperación humana, y necesarias al desarrollo del fin del hombre y de la sociedad, fin que consiste en la intensidad de la vida.

Se puede dar una idea más concreta del derecho, diciendo, según don Vicente Santamaría de Paredes, que es "un orden de leyes que rigen á la voluntad para el cumplimiento del bien, manteniendo la armonía en las relaciones del hombre con la sociedad por medio de la coacción."

El mismo autor analiza ó explica esta definición en los términos siguientes:

"Con la palabra *orden* expresamos que las leyes jurídicas constituyen un conjunto, en que siendo todas diversas, participan de una común naturaleza y que las diferencia de las demás leyes del Universo. Al decir que tales leyes *rigen á la voluntad para el cumplimiento del bien*, damos á entender que las condiciones exigibles como Derecho han de ser siempre *buenas*, y que el hombre está *obligado* á prestarlas por mandato de su conciencia, determinándose á obrar *libremente.* Cuado afirmamos que las leyes jurídicas *mantienen la armonía con las relaciones del hombre con la sociedad;* indicamos que el derecho es principio de armonía para resolver la antítesis entre el individuo y la especie, estableciendo la forma de las relaciones que han de mantener el orden social por la recíproca prestación de las condiciones necesarias para el cumplimiento del fin humano. Por último, las palabras *mediante la coacción*, significan, que sin dejar de ser la coacción cualidad característica del Derecho, sólo debe emplearse en el concepto de *medio* para conservar la armonía cuando de hecho se hacen insufi-

cientes para su mantenimiento las leyes de la voluntad."

El derecho en cuanto á la aplicación de sus principios se divide en *derecho privado ó civil* que se refiere á la vida y á las relaciones privadas del hombre y en *derecho público*, que se refiere á las relaciones de las sociedades entre sí y á la vida y organización política de la sociedad, ó sea el *derecho internacional ó de gentes* y el *derecho constitucional*.

Da también origen el derecho á dos ciencias sociológicas: la *Filosofía del derecho*, que expone la doctrina de los derechos primitivos de la naturaleza humana y del fin que el hombre debe cumplir; y la *Jurisprudencia*, que es la exposición de la doctrina jurídica de las leyes positivas, que determinan los derechos primitivos y los particulares que nacen del consentimiento. (Lastarria.)

Otras ciencias sociales son la economía política y la estadística. La *economía política*, que se funda en la necesidad del trabajo, es la ciencia de la producción y distribución de la riqueza. La *estadística* es la ciencia que estu-

dia los hechos materiales y morales de la sociedad, presentándolos como datos para los razonamientos políticos, bajo la forma de cuadros numéricos.

Por último: "Estudiando al hombre, la sociología constituye la ciencia que la filosofía positiva llama *teoría subjetiva de la humanidad*, y que comprende: 1º la teoría mental ó *psicológica*, que estudia las facultades del ser inteligente; 2º la *lógica*, que es la ciencia de las formas del pensamiento, la que estudia las condiciones intelectuales á que está sometido el conocimiento, el cual no resulta jamás sino de la realidad objetiva combinada con el orden subjetivo; 3º la *moral*, que es el estudio de las relaciones necesarias del hombre, abrazando el alma humana en todo su ejercicio, es decir, en sus tres manifestaciones de inteligencia, sentimiento y actividad; y 4º la *estética*, que es la teoría de la representación ideal y simpática de los diversos sentimientos que caracterizan á la naturaleza humana, personal, doméstica y social; la teoría del arte en general, de la traducción sensible del estado del es-

píritu, sea por la palabra ó por cualquier otro resorte. De esta manera, la sociología completa su propio círculo, como lo hacen á su turno las demás ciencias fundamentales, y procediendo desde las leyes que rigen la evolución general de la humanidad, hasta las que marcan el desarrollo individual y subjetivo, forma la historia, la ciencia del derecho, en la cual se comprende la ciencia del gobierno, la economía política, la psicología, la lógica, la moral y la estética." (Lastarria.)

LECCIÓN II.

Factores de los fenómenos sociales.—Fuerzas de la humanidad y ley del progreso.—Ley de sociabilidad; la familia, la sociedad y el municipio.—Desarrollo de las ideas fundamentales.

1. Factores de los fenómenos sociales.—Tanto los agregados de objetos inorgánicos como los de los orgánicos (las especies por ejemplo), no desempeñan su papel en el conjunto, respectivamente, sino mediante las fuerzas que son propias á cada uno de los indivi-

duos y en combinación con aquellas á que están expuestos. Y lo mismo sucede en los agregados humanos, cuyos fenómenos pueden referirse á la naturaleza ó fuerzas propias de los individuos que los componen y á las condiciones bajo las cuales existen. Se puede, pues, dividir estos factores, en extrínsecos é intrínsecos. Entre los extrínsecos se pueden señalar el clima más ó menos variado, el suelo más ó menos fértil y accidentado, las producciones vegetales y animales, constituyendo todas estas condiciones el medio de que depende la posibilidad de la evolución social.

Entre los factores intrínsecos se comprenden los caracteres físicos, emocionales é intelectuales del hombre.

A todos estos factores denominados originarios se agregan otros llamados secundarios ó derivados, exigidos por la misma evolución social, tales como los cambios de clima y los de las especies vegetales y animales operados por el hombre; el aumento de volumen y de densidad del agregado social; la influencia recíproca entre la sociedad y sus unidades, es de-

cir, la del todo sobre las partes y la de las partes sobre el todo; la acción y reacción que se ejerce entre una sociedad y otras sociedades próximas.

El estudio de todas estas condiciones de la evolución superorgánica, desde el hombre primitivo hasta el hombre de las sociedades civilizadas del presente, suministra los datos nenecesarios para establecer las inducciones sociológicas ó leyes relativas al organismo social en su estructura, funciones y metamórfosis.

2. Fuerzas de la humanidad y ley del progreso.— Las fuerzas que impulsan á la humanidad en su evolución progresiva son precisamente los factores originarios internos, ó sea la inteligencia, el sentimiento y la voluntad ó actividad, consideradas estas facultades ya en el individuo ya en el conjunto social.

Las facultades se asocian y obran diferentemente en la evolución superorgánica. En el hombre primitivo, al principio de la evolución social, han debido predominar los instintos puramente animales y el estado emocional, quedando avasallada la inteligencia. Mas tar-

de esta facultad queda al servicio de los instintos sociales ó facultades morales, y por último la inteligencia adquiere la preponderancia con su mayor desarrollo y comienza el imperio de la ciencia.

De la relación íntima de la inteligencia y el sentimiento surge, como dice Lastarria, el ejercicio y la perfección de la actividad humana, cuya base es la *libertad moral ó libre albedrío*, que es la facultad que tiene el hombre de dominar sus instintos para encaminarlos en el sentido de su perfectibilidad y de la de su especie.

En virtud de esta misma facultad, puede el hombre dominar y modificar el medio ambiente en que vive, para adaptarlo al mismo fin. La libertad práctica es el uso del derecho.

La libertad se manifiesta principalmente por la virtud y el trabajo. La *virtud* es el hábito de obrar bien, es decir, en beneficio de la perfección individual y social. Lo contrario, ó el hábito de obrar mal es el *vicio*.

El trabajo es la aplicación de las fuerzas humanas para dominar los fenómenos naturales

y utilizarlos en provecho del hombre mismo y de su especie.

El fin general del hombre es el desarrollo íntegro y completo de todas sus facultades para conservar y extender la vida. Este mismo fin es el de la sociedad.

Todo lo que tiende á conservar y extender la vida se llama *bien.* Lo que tiende á destruirla ó disminuirla es el *mal.*

El *progreso* es la evolución que tiene por objeto realizar el fin del hombre y el de la sociedad. El *retroceso* es lo contrario del progreso.

El progreso social es el movimiento completo de la sociedad en todas las esferas que forman lo que puede llamarse su interés colectivo. "Los arreglos sociales deben ser conformes al interés colectivo del género humano, que exige la conservación, el acrecentamiento y la duración de la vida." Todo arreglo social que no obedece á esta ley es reaccionario y por consiguiente contrario al progreso social. (Lastarria.)

Considerando algunos que el progreso es una evolución necesaria de la naturaleza hu-

mana, cuyos únicos factores serían la inteligencia y el sentimiento, niegan la libertad como elemento del mismo progreso; pero es un hecho que en donde no existen la fuerza moral llamada virtud y el trabajo, no hay adelanto, no hay progreso; y la virtud y el trabajo son las principales y primordiales manifestaciones de la actividad humana ó sea del libre albedrío.

3. Ley de sociabilidad; la familia; la sociedad y el municipio.—La *sociabilidad* es una ley natural, que consiste en la tendencia que tienen los hombres á aumentar y desarrollar sus facultades, empleando todos los medios de que pueden disponer en virtud de su libre albedrío. A este efecto se unen, sin previo convenio, y cooperan juntos al logro de su fin común, cada cual en su esfera y según sus aptitudes.

El primer vínculo social del hombre es la *familia* ó sea la unidad moral y material formada por los lazos de la sangre entre individuos nacidos de un mismo tronco.

No debe confundirse la idea de sociedad de

familia con la de sociedad civil ó política. El fundamento de la sociedad de familia es puramente moral. Consiste en la unión de los padres, en los deberes que nacen de la paternidad, en el reconocimiento y adhesión de parte de los hijos y en el cariño y el amor que ligan á todos los miembros de la familia entre sí. Llénanse en la familia todas las necesidades mediante la economía y el trabajo, se educa á los hijos, y se cumple y realiza el derecho, pero no domina en esa sociedad elemental la idea de cooperación para lograr un fin calculado.

La sociedad civil, al contrario, formada por la reunión de varias familias, tiene por base principal el principio cooperativo. Todos los asociados trabajan, cada uno según sus aptitudes y tendencias, para lograr el fin social. Las condiciones morales que forman la base de la familia, aunque teniendo gran participación en toda sociedad humana, no se tienen en cuenta cuando se trata del fin social.

Entre la familia y la sociedad hay otra asociación que es el *municipio ó común*, que participa del carácter moral de la familia y del co-

operativo de la sociedad. Así, el municipio representa la comunidad y atiende á los intereses morales y materiales de las familias ó pueblos. He aquí como caracteriza Lastarria las tres asociaciones por sus principios constitutivos: *familia*, unión moral constituída por el principio simpático; *municipio*, unión moral y cooperativa constituída por los dos principios; *sociedad*, unión total de familias y municipios ó pueblos ligados por el principio de cooperación social.

Constituída la sociedad, no por un pacto ó contrato previo, como lo entendía Rousseau, sino naturalmente, puesto que no se puede señalar ningún hecho anterior al hecho natural de la sociedad de familia, y fundada dicha sociedad en el principio cooperativo y expontáneo de los esfuerzos de los asociados, cabe decir que estos esfuerzos se manifiestan en el orden especulativo ó de las ideas y en el orden material.

En el orden especulativo la actividad humana se ejercita en las ideas fundamentales del derecho, la moral, la religión, las ciencias y las

bellas artes; y en el orden material, en toda clase de industrias y en las artes mecánicas. Este ejercicio de la actividad humana es el trabajo, que ya hemos dicho ser la aplicación libre de nuestras facultades para la satisfacción de nuestras necesidades. Mas debe advertirse, que el trabajo no sólo refluye en beneficio propio sino también en el de la comunidad.

4. Desarrollo de las ideas fundamentales.— Las ideas fundamentales no se han desenvuelto al mismo tiempo y aun no han adquirido al presente su completo desarrollo. La idea que debe haber aparecido la primera es la del derecho, porque, como dice Lastarria, donde quiera que haya existido un grupo de familias ó una tribu, allí se ha sentido desde luego la necesidad de un poder que concilíe el interés individual con el interés colectivo, haciendo respetar todas las condiciones y medios dependientes de la voluntad y necesarios al cumplimiento del fin general de los asociados. Desde este momento, la sociedad humana se ha convertido ya en sociedad política, se ha organizado independientemente, y el Estado ha quedado constituido.

No obstante, la idea del derecho y las otras ideas fundamentales han sido dominadas por la idea religiosa. Más tarde, cuando esta idea es impotente para dominar por sí sola, se asocia á la idea del derecho, y ambas marchan juntas, absorviendo á las otras y dominando así á la sociedad.

Hoy día en países avanzados en civilización ambas ideas, derecho y religión, forman dos entidades completamente independientes entre sí; hay independencia entre la iglesia y el estado, libertad de conciencia y de cultos.

En cuanto á la idea moral, casi se ha independizado de la idea religiosa, y los principios de la moral racional tienden á generalizarse más y más cada día.

Se reconoce generalmente respecto á las ciencias y las bellas artes que son y deben ser independientes de todo dogma, de todo espíritu de secta y de toda conveniencia política y social.

Por último, las ideas de la industria y del comercio han logrado en la época presente, principalmente en América, su independencia y contribuyen notablemente al progreso social.

LECCIÓN III.

Relaciones voluntarias y condicionales del hombre para el logro de su fin; definición de la moral; deberes del hombre.—Relaciones entre la moral y el derecho, sus diferencias.—Desarrollo de los sentimientos é ideas morales.—Sanciones de la moral.

1. **Relaciones voluntarias y condicionales del hombre para el logro de su fin; definición de la moral; deberes del hombre.**—Todos los seres de la naturaleza tienen un fin. El del hombre, como ser racional y libre, consiste en la realización del bien individual y social ó sea la conservación y extensión de la vida, mediante el desarrollo íntegro y completo de todas las facultades humanas.

Para la obtención de este fin existen dos clases de relaciones: unas voluntarias y dependientes del libre albedrío, que el individuo puede cumplirlas ó no y que son del dominio de la moral; y otras condicionales que dependen de la cooperación humana y que son del dominio del derecho. Estas últimas tiene el hombre que cumplirlas y respetarlas y le son exi-

gibles por los demás hombres en los actos que entrañan, y él puede á su vez exigirlas, carácter que no tienen las primeras, en las que no entra la idea de coacción, y cuya sanción es nuestra propia conciencia y la opinión pública.

Las relaciones voluntarias, dice Lastarria, son del dominio de la idea fundamental de la moral, y como su base es la libertad moral ó libre albedrío, todos los deberes que á ellas se refieren son deberes morales, esto es, deberes necesarios al cumplimiento del fin humano, pero libres de cumplirse. De esta manera, y supuesto que los deberes morales conducen á la realización del fin del hombre, la moral abraza la vida entera, en todas sus partes y relaciones, pero solamente bajo un aspecto, en cuanto el hombre debe obrar sin renunciar á la independencia de su juicio en todo aquello que depende de su libre albedrío, de su buena intención, porque estos deberes no se podrían hacer cumplir por la fuerza, sin que perdieran su valor. La ciencia que expone estos deberes es la *Etica*, rama de la sociología, ciencia de la vida humana, llamada también *Moral*,

que trata de las relaciones necesarias y libres del hombre. Ésta ciencia clasifica los deberes morales en tres grupos—deberes para con el orden universal, que comúnmente se llaman deberes para con Dios, deberes del hombre para consigo mismo, y deberes para con sus semejantes, individual y colectivamente. Las relaciones condicionales son del dominio de la idea fundamental del derecho, y como su base es la condicionalidad, todos los deberes que á ellas se refieren son obligaciones de derecho, es decir, de necesidad indispensable, y no voluntaria, para la consecución del fin humano.

2. Relaciones entre la moral y el derecho, sus diferencias.—Son, pues, la moral y el derecho los elementos indispensables y necesarios para el cumplimiento del fin humano, y ambos tienen relaciones y diferencias notables entre sí. Moral y Derecho, dice Santamaría de Paredes, se *relacionan* prestándose mutuo apoyo, en tanto el fin moral ya en el individuo, ya al organizarse socialmente, necesita condiciones jurídicas; y en cuanto el Derecho al convertir en hechos prácticos, ne-

cesita de la Moral para que las obligaciones se cumplan por algo superior á la obediencia material de la ley, que es la recta inspiración de la conciencia. Moral y Derecho se diferencian: 1º, por razón del *fin*, en que la Moral dirije al hombre para el cumplimiento de su bien particular como individuo, y el Derecho se propone el bien social manteniendo la armonía entre los seres racionales para que dentro de ella, lejos de oponerse, se ayuden mutuamente con voluntarios servicios; 2º, por razón del sujeto, pues mientras la moral se fija en la *intención* exigiendo que el bien se cumpla sin otro móvil que el bien mismo, el Derecho procura que el bien se cumpla exteriormente prescindiendo del móvil con que se realice, y fijándose tan sólo en que el sujeto se halla determinado á obrar por sí mismo *con voluntad libre* para los efectos de la imputación y la responsabilidad; 3º, por razón del objeto, en que la Moral abarca en su esfera todas las acciones humanas en cuanto indican que el individuo sigue ó tuerce su fin particular, y el Derecho sólo comprende los actos que se manifiestan

como condiciones necesarias para mantener la armonía en la vida social: y 4º, por razón de la *sanción* que garantiza la observancia de las leyes, en que los preceptos de la Moral sólo se sancionan por la conciencia, y las reglas del Derecho *pueden* hacerse efectivas mediante la coacción.

3. Desarrollo de los sentimientos é ideas morales.— La conciencia ó el pensamiento moral ha evolucionado como todas las ideas y sentimientos humanos. Las ideas de bien y mal, de justicia é injusticia, de mérito y de demérito, etc., no han sido las mismas en las diferentes épocas y en los diferentes pueblos de la tierra.

Durante las primeras etapas de la humanidad, los hombres han profesado una moral que se confundía con las ideas religiosas más simples, como lo era el culto de los antepasados. Más tarde divinizan el espíritu de un jefe, un guerrero, y el bien y el mal consisten en la obediencia ó desobediencia á ese espíritu. Cuando llegan á establecerse algunos principios de carácter moral, la razón que hay para

cumplirlos es la obligación de no ofender á los espíritus divinizados ó á un dios. Entre los hebreos, se tiene la creencia de que el bien y el mal lo son únicamente por la voluntad de Dios. "Ejecutaréis mis decisiones y guardaréis mis estatutos, obrando según ellos. Yo soy Jehová, vuestro Dios. Por eso observaréis mis estatutos y decisiones." (Levítico.)

En todo el pasado, dice Spencer, y hasta los tiempos actuales, la mayoría de los espíritus ha asociado directamente la noción del bien y del mal á la idea de prescripciones reputadas divinas. Han clasificado las acciones como buenas ó malas, no por su naturaleza intrínseca, sino por sus orígenes exteriores. La virtud ha consistido en la obediencia.

Otra moral que ha aparecido desde los primeros tiempos más ó menos caracterizada es la del utilitarismo. Lo mismo puede decirse de la fundada en los sentimientos de simpatía ó antipatía, ateniéndose para el calificativo de lo bueno y de lo malo á las inspiraciones del sentimiento.

Estas ideas y sentimientos que se califican

de morales y á los cuales da Spencer el nombre de ideas y sentimientos pro-morales, y que según él en la gran masa de los hombres ocupan el puesto de los morales propiamente dichos, engendran un caos en la noción moral aun á la época presente.

Refiriéndose á las ideas y sentimientos pro-morales, el mismo autor dice: "Es de advertir, en efecto, que las ideas y los sentimientos morales propiamente dichos, son independientes de las ideas y sentimientos que acabamos de describir, y que tienen por origen autoridades externas, coerciones y aprobaciones, religiosas, políticas ó sociales. La verdadera conciencia moral no está ligada á esos resultados intrínsecos de la conducta que toman la forma de alabanzas ó censuras, recompensas ó castigos, venidos de fuera, sino que se liga á los resultados intrínsecos de la conducta, que algunos conocen en parte por reflexión, y los más por intuición principalmente. La verdadera conciencia moral no considera las obligaciones como impuestas artificialmente por un poder exterior, ni se preocupa ante

todo de calcular la suma de placeres ó de penas que pueden producir determinados actos, aunque lo prevea más ó menos claramente; de lo que se preocupa ante todo es de reconocer y apreciar las *condiciones*, cuya realización conduce á la felicidad y evita el infortunio. La conciencia que mira á esas condiciones, aunque de vez en cuando se halla en conflicto con la conciencia pro-moral, cuya composición queda indicada, frecuentemente está en armonía con ella; pero, encuéntrese en armonía ó en conflicto, siempre la reconocemos, vaga ó distintamente, como el verdadero guía, ya que responde, no á consecuencias artificiales y variables, sino á consecuencias naturales y permanentes.

Importa advertir que cuando el sentimiento moral propiamente dicho conquista su supremacía, el sentimiento de la obligación, aunque subsistente en el fondo de la conciencia, cesa de ocupar su primer término, puesto que se adquiere el hábito de cumplir las buenas acciones expontáneamente y como por inclinación natural. Verdad es que en una natura-

leza moral imperfectamente desenvuelta, la obediciencia á la conciencia moral puede nacer de un sentimiento de coacción, y que en otros casos la desobediencia puede engendrar remordimientos ulteriores (por ejemplo, el recuerdo de una falta de gratitud puede ser fuente de sufrimiento, aparte toda idea de castigo exterior); pero en una naturaleza moral perfectamente equilibrada, no surgirá ninguno de esos sentimientos, porque cuanto hace lo hace por satisfacer el deseo natural en el caso."

4. **Sanciones de la moral.**—Independiente de toda acción del Estado y de toda idea religiosa, la moral tiene sus sanciones propias, que le dan su valor positivo y de independencia.

"Estas sanciones, dice Lastarria, son la natural y la de la opinión pública. La primera procede de las leyes físicas y de las morales, porque aun cuando nuestro libre albedrío nos hace dueños de nuestros actos, no nos da poder sobre sus consecuencias, las cuales son dañosas físicamente si nuestros actos no son arreglados al orden general, ó repug-

nantes á nuestra convicción íntima, que es lo que se llama conciencia, si cometemos un acto inmoral por necedad ó debilidad. Todos nuestros actos privados, que son los que llenan casi nuestra vida entera, no tienen otra sanción que la natural, porque la opinión pública les alcanza tanto menos, mientras más atrasada es la sociedad, y mientras más escaso sea el poder de la inteligencia sobre los instintos. De aquí el motivo por qué en los tiempos de atraso se ha creído necesario buscar á la moral otro apoyo que el de sus sanciones, idea que aun tiene consistencia de parte de los que encuentran este apoyo en la religión, y creen que debe enseñarse una moral preceptiva é impuesta, porque á sus ojos no tiene valor otra sanción que la sobrenatural ó divina, ni se puede esperar que la ilustración propague por sí sola el conocimiento de la moral racional, dando importancia á las sanciones que le son propias."

LECCIÓN IV.

Importancia de la idea religiosa.—Libertad de conciencia; la religión y el Estado.—Deberes del Estado respecto á la religión, según Lastarria.

1. Importancia de la idea religiosa.— Entre las ideas fundamentales de la sociedad, ninguna ha ejercido una influencia mayor y más desicisiva en los asuntos humanos que la idea religiosa, que ha dominado y absorvido á las demás, pretendiendo referir todos los fenómenos á causas sobrenaturales ó haciéndolos depender de la influencia de una voluntad suprema. Este modo de pensar ha correspondido á las épocas en que han predominado los sistemas teológico y metafísico, de suerte que aquella idea, como todas las otras ideas fundamentales, ha evolucionado, desde las formas religiosas fetiquista y politeista hasta el monoteismo ó religión más depurada.

El sistema positivo reconoce la importancia, universalidad y poder de la religión; pero sin entrar en investigaciones de las cosas que están fuera de su alcance, trata de explicar los fenómenos por la invariabilidad ó inmutabili-

dad de las leyes naturales, cualquiera que sea la idea que los hombres se formen de la inteligencia suprema que ha creado y gobierna el universo.

A este respecto, Lastarria dice: "Aunque el modo positivo llegara á prevalecer completamente en todas las sociedades civilizadas y que todos los hombres creyeran que está fuera del alcance de nuestras facultades la investigación de las causas eficientes y finales, y que por tanto, en el orden existente del universo, en la parte que nos es conocida, la causa directamente determinante de cada fenómeno es, no sobrenatural, sino natural: con todo, es compatible con este principio, como dice Stuart Mill, la creencia de que el universo ha sido creado, y aun es continuamente gobernado, por una inteligencia; puesto que admitimos que esta inteligencia adhiere á leyes fijas que no son modificadas ni contrariadas sino por otras leyes del mismo origen, esto es, no son derogadas de una manera caprichosa. "Cualquiera que mire los fenómenos como parte de un orden constante, cada uno de los cuales es

la consecuencia invariable de una condición antecedente ó de una combinación de condiciones antecedentes, acepta plenamente el modo positivo de pensar, reconózcase ó no un antecedente universal del cual el sistema entero de la naturaleza sea una consecuencia originalmente, y créase ó no que este antecedente universal haya sido concebido por una inteligencia."

Por manera que la idea de la religión no sólo es una idea fundamental de la sociedad, en el estado actual de nuestra civilización, sino que también debe tomarla como tal la política positiva aun para el caso de realizarse el ideal de que sólo dominara en la sociedad el modo positivo de pensar, sin resabio alguno del modo de pensar teológico."

2. Libertad de conciencia; la religión y el Estado.—El hombre por un sentimiento casi natural se considera ligado intimamente á un Ser Supremo, creador y conservador del Universo. De manera que la religión es un asunto de puro interés individual, que depende de nuestra propia creencia ó convicción

y que ejercemos en virtud de nuestra *libertad de conciencia*, en la cual ningún poder extraño tiene que intervenir.

He aquí por qué los publicistas sostienen que la religión no puede estar sometida á la acción del derecho, y establecen la independencia entre la iglesia y el Estado.

El Estado no interviene sino para regular las manifestaciones que constituyen el culto externo, para evitar conflictos ó choques con el derecho y tiene, por otra parte, ciertos deberes que cumplir respecto á la iglesia, considerada como una asociación cualquiera.

No obstante ser la religión un hecho de importancia en cuyo progreso se interesa la sociedad, el Estado no debe adoptar y proteger una religión nacional, porque esto sería atacar las otras creencias.

3. Deberes del Estado respecto á la religión, según Lastarria.—En una sociedad civil puede haber uno ó varios cultos, y consiguientemente una ó varias iglesias; y desde que este hecho se verifica, el Estado puede intervenir para arreglar las relaciones del

culto y de la iglesia, respecto de las demás esferas de actividad social, según el principio de justicia, esto es, facilitándoles las condiciones dependientes de la corporación humana que son necesarias á la existencia y desarrollo de cada una de las ideas fundamentales, de manera que todas puedan coexistir en armonía sin perturbarse ni dominarse.

El Estado, cuyo fin es el derecho, no puede tener, ni representar creencia de ninguna especie ni en el orden especulativo ni en el orden activo; porque si le fuera dado el poder de imponer alguna, en religión, moral, ciencias, artes, industria y comercio, se encadenaría á su voluntad el progreso humano, y quedarían sujetas á la ley las fuerzas humanas—inteligencia, sentimiento y libertad. De consiguiente, en la materia religiosa, que es de interés privado, la acción del Estado está marcada por la naturaleza de sus funciones y de las que ejerce la institución de la iglesia, de manera que sus deberes pueden reducirse á los siguientes:

1º No imponer ó modificar dogma religioso alguno, ni costear uno ó varios cultos con los

fondos públicos, que se forman de las contribuciones de todos, creyentes ó no creyentes, y adherentes á esta ú otra iglesia, que cada cual debe costear como un negocio propio y particular. La negación de este deber es un ataque á la liberdad de conciencia.

2º Mantener la independencia completa de la iglesia en su vida interior, para la administración de sus propios negocios y para el nombramiento de sus funcionarios. El desconocimiento de este deber no sólo ataca la libertad de conciencia, sino que esclaviza una de las esferas de actividad social, alterando la armonía general.

3º Velar sobre que la religión y su culto no deroguen el derecho común, sea ejecutando actos calificados de delito por las leyes, sea coartando la independencia de los actos pertenecientes á la vida civil, sea haciendo servir la creencia religiosa en favor de algún fin político, sea excitándola contra otro culto ó contra los que no profesan ninguno, sea en fin sacando sus ceremonias del recinto de los templos á parajes públicos de uso común. Cualquiera

omisión ó alteración de este deber es un ataque á la libertad de los asociados, y una causa de desórdenes sociales.

4º Establecer en consecuencia del deber antecedente, que los ministros de los cultos no salgan del círculo de sus funciones religiosas, para ingerirse en los dominios de otras instituciones sociales y principalmente de la política, ejerciendo funciones ajenas de su ministerio. No se puede prescindir de esta condición de libertad y de orden social, sin olvidar que los sacerdotes, por la peculiaridad de sus funciones, por la autoridad moral y religiosa que invisten, por la necesidad que tienen de servir á sus dogmas y á su culto en todas las circunstancias de su vida, no pueden salir de la esfera peculiar de su actividad, sin desnaturalizar sus funciones, ni mezclarse en las funciones políticas, que son accesibles á todos los que no hacen de la creencia religiosa una profesión, sin dominar la libertad de sus feligreses, ó á lo menos sin exponer la creencia religiosa al choque de intereses extraños, alterando el derecho común.

Tales son los principios á que deben ajustarse las relaciones de la religión y el Estado en la reorganización de la sociedad civil. La práctica de una que otra nación moderna los ha comprobado como axiomas de la más sana filosofía política, pero aun no han sido aceptados en todas las naciones cultas, que han estado y aun están sometidas á un régimen histórico diametralmente opuesto. La filosofía negativa que ha dominado en la política ha combatido siempre este arreglo histórico, mas no es de la incumbencia de la filosofía positiva repetir estos ataques, porque su misión es reconstruir y no destruir.

FIN.

ERRATAS.

PÁGINA	LÍNEA	DICE	LÉASE
35	16	castellano	humano
42	16	generalirador	generalizador
51	3	exitada	excitada
63	1	Duducción	Deducción
65	2	*coexistencia*	*coexisten*
94	1	otro	otra
153	14	*posteriori*	*priori*
167	14	resuta	resulta
167	15	anule estas	anule una de estas
168	4	prodncirla	producirlo
168	7	conbinación	combinación
251	9	mismodon de	mismo donde
255	20	ocacionales	ocasionales
276	8	imita	limita
280	9	astrópodes	astrópodos
284	18	iidentidad	identidad
315	11	el	al

OMISIÓN.—En la página 33 línea 22 dice: principios de la lógica. Debe leerse: principios de la mecánica y para lo que pueden hacer los pensadores que no poseen los principios de la lógica.

